

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

**PŘÍNOS PŘEDOPERAČNÍ FYZIOTERAPIE NA FUNKCI  
KOLENNÍHO KLOUBU PŘED REKONSTRUKCÍ PŘEDNÍHO  
ZKŘÍŽENÉHO VAZU**

Diplomová práce

Autor: Bc. Matyáš Boček

Studijní program: Aplikovaná fyzioterapie

Vedoucí práce: PhDr. David Smékal, Ph.D.

Olomouc 2024



## **Bibliografická identifikace**

**Jméno autora:** Bc. Matyáš Boček

**Název práce:** Přínos předoperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu před rekonstrukcí předního zkříženého vazů

**Vedoucí práce:** PhDr. David Smékal, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Rok obhajoby:** 2024

### **Abstrakt:**

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit přínos předoperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu, rozsah pohybu, troficitu stehenního svalstva, otok a bolestivost po rekonstrukci předního zkříženého vazů. Efekt byl porovnáván po absolvování standardní rehabilitace, které předcházela asistovaná artroskopická rekonstrukce předního zkříženého vazů. Do studie se dohromady zapojilo 108 probandů z toho 65 mužů a 43 žen ve věku od 18 do 73 let. Z celkového počtu podstoupilo 16 probandů terapii, kdy byly náhodně rozděleny do standardní a skupiny, která prodělá předoperační fyzioterapii. Probandi podstoupili 8 cvičebních jednotek po 30 minutách a po operaci prodělali se standardní skupinou dalších 8 cvičebních jednotek trvajících 30 minut. Probandi také podstoupili vstupní a výstupní vyšetření, během kterých bylo odebráno Lysholmovo skóre, rozsah pohybu pomocí dvouramenného goniometru, pomocí krejčovského metru obvod stehenního svalstva 10 cm nad patellou a obvod středem patelly a pomocí vizuální analogové škály určili hodnotu své bolesti. Jedinci podstupující předoperační fyzioterapii vykazovali statisticky významné výsledky v Lysholmově skóre, rozsahu pohybu kolenního kloubu a v troficitě stehenního svalstva. Statisticky významnější byly určeny změny velikosti otoku pro standardní skupinu. Pro bolestivost nebyla prokázána statistická významnost. Všichni respondenti odpověděli na sestavenou elektronickou anketu, která byla složena ze dvou částí na předoperační a pooperační, která sloužila pro evaluaci subjektivních a objektivních dat ohledně poraněného a operovaného kolenního kloubu s tím že obsahovala otázky ze škál dle Lysholma a Tegnera. Interpretací výsledků můžeme potvrdit pozitivní vliv předoperační fyzioterapie na funkci, rozsah pohybu a troficitu svalů kolenního kloubu.

### **Klíčová slova:**

Kolenní kloub, předoperační fyzioterapie, přední zkřížený vaz, funkce, stabilita, rozsah pohybu

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author:** Bc. Matyáš Boček

**Title:** Benefit of preoperative physiotherapy on knee joint function before anterior cruciate ligament reconstruction

**Supervisor:** PhDr. David Smékal, Ph.D.

**Department:** Department of Physiotherapy

**Year:** 2024

### **Abstract:**

The diploma thesis aims to assess the benefits of preoperative physiotherapy of knee joint function, range of motion, femoral muscle trophicity, swelling and pain following an anterior cruciate ligament reconstruction. Effects of the physiotherapy treatment were compared with those of standard postoperative rehab performed after an assisted ACL reconstruction. The study included 108 probands, 65 men and 43 women, aged between 18 and 73 years. Of the total, 16 subjects underwent treatment, randomly divided into a standard group and a group receiving preoperative physiotherapy. The probands performed eight exercise sessions of 30 minutes each, and another eight exercise sessions of 30 minutes each after the surgery. They were also subject to input and output examinations to determine their Lysholm score, range of motion using a two-arm goniometer, their femoral muscle circumference at 10 cm above the patella and around the mid-patella using a tailor's tape measure, and their pain score using a visual analogue scale. The probands who received preoperative physiotherapy demonstrated statistically significant improvements in Lysholm score, knee range of motion, and femoral muscle trophicity. In the standard group, changes in swelling size were found to be statistically significant. However, no statistical significance was found for pain. All subjects completed a bipartite (pre- and postoperative) electronic questionnaire to assess subjective and objective data regarding the injured and operated knee joint, with questions designed to evaluate the Lysholm and Tegner scales. By interpreting the results, we have demonstrated the positive effect of preoperative physiotherapy on the function, range of motion and trophicity of the knee joint muscles.

### **Keywords:**

Knee joint, preoperative physiotherapy, anterior cruciate ligament, function, stability, range of motion

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Davida Smékala, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2024

.....

Mé děkuji patří panu PhDr. Davidu Smékalovi, Ph.D. za věnovaný čas a ochotu vést tuto diplomovou práci. Také děkuji panu PhDr. Miroslavovi Dobešovi za cenné rady, čas a jeho ochotu provést výzkum na jeho pracovišti DJK fyzio. Za statistické zpracování děkuji panu Ing. Tomášovi Heryánovi, Ph.D. a za praktické zkušenosti děkuji panu Mgr. Petru Jankulárovi. Nesmím opomenout ani probandy, kteří se výzkumu zúčastnili, jelikož bez nich by tato práce nevznikla. Nakonec děkuji své rodině za umožnění vzdělávání a nepřežitou podporu.

## SEZNAM ZKRATEK

AM – anteriomedialní

CKC (closed kinematic chain) – uzavřený kinematický řetězec

Cm - centimetr

CT (computed tomography) – výpočetní tomografie

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

H – hypotéza

IL - interleukin

IQR – mezikvartilové rozpětí

KOK – kolenní kloub

L – lumbální segment

Mm - milimetr

MQF – musculus quadriceps femoris

MRI (magnetic resonance imaging) – magnetická resonance

OKC (open kinematic chain) – otevřený kinematický řetězec

P (p value) – hodnota statistické významnosti

PL – posterolaterální

POO - pooperačně

POOF – pooperační fyzioterapie

PRE – předoperačně

PREF – předoperační fyzioterapie

PZV (ligamentum cruciatum anterius - ACL) – přední zkřížený vaz

ROC – Receiver Operating Characteristic

ROM (range of motion) – rozsah pohybu

RTG – rentgen

SD – směrodatná odchylka

SST – sagitální stabilizace

ZZV (ligamentum cruciatum posterius) – zadní zkřížený vaz

# OBSAH

Seznam zkratk.....	7
Obsah.....	8
1 Úvod.....	11
2 Přehled poznatků.....	12
2.1 Anatomie a biomechanika kolenního kloubu .....	12
2.2 Anatomie a biomechanika předního zkříženého vazu.....	14
2.2.1 Anatomie předního zkříženého vazu .....	14
2.2.2 Biomechanika a funkce předního zkříženého vazu .....	16
2.3 Ontogeneze předního zkříženého vazu .....	16
2.4 Epidemiologie a incidence poranění předního zkříženého vazu .....	17
2.5 Etiologie a patogeneze poranění předního zkříženého vazu.....	18
2.6 Hojení předního zkříženého vazu .....	20
2.6.1 Časná fáze.....	20
2.6.2 Proliferační fáze.....	21
2.6.3 Maturační fáze.....	22
2.7 Vyšetření předního zkříženého vazu.....	22
2.7.1 Fyzikální vyšetření.....	22
2.7.2 Klinické testy.....	23
2.7.3 Zobrazovací metody .....	24
2.8 Operační léčba .....	25
2.8.1 Štěpy.....	25
2.8.1.1 Bone-tendon-bone .....	25
2.8.1.2 Semitendinosus-gracilis .....	26
2.8.1.3 Porovnání výhod a nevýhod štěpů .....	26
2.8.2 Kostěné tunely.....	27
2.9 Rehabilitace během poranění předního zkříženého vazu .....	29
2.9.1 Struktura rehabilitačního programu.....	29
2.9.2 Význam gnostických funkcí a propiocepce .....	29
2.9.3 Předoperační fyzioterapie .....	30
2.9.4 Pooperační fyzioterapie.....	33



2.9.4.1	Časná pooperační fáze .....	34
2.9.4.2	Pozdní pooperační fáze .....	34
2.9.4.3	Pokročilá pooperační fáze .....	35
2.9.4.4	Fáze návratu ke sportu .....	36
3	Cíle .....	38
3.1	Hlavní cíl .....	38
3.2	Hypotézy .....	38
4	Metodika .....	39
4.1	Výzkumný soubor .....	39
4.2	Informovanost účastníků výzkumu .....	39
4.3	Metody sběru dat .....	40
4.3.1	Metodika vyšetření .....	40
4.3.1.1	Antropometrické vyšetření .....	40
4.3.1.2	Goniometrické vyšetření .....	40
4.3.1.3	Vizuální analogová škála .....	40
4.3.2	Elektronická anketa .....	41
4.3.2.1	Lysholmova škála aktivity .....	41
4.3.2.2	Tegnerova škála aktivity .....	41
4.4	Metodika a průběh terapií .....	42
4.4.1	Průběh předoperační fyzioterapie .....	42
4.4.2	Průběh pooperační fyzioterapie .....	42
4.5	Statistické zpracování dat .....	43
4.6	Limity studie .....	43
5	Výsledky .....	44
5.1	Výsledky k hypotéze H1 .....	44
5.2	Výsledky k hypotéze H2 .....	47
5.3	Výsledky k hypotéze H3 .....	49
5.4	Výsledky k hypotéze H4 .....	50
5.5	Výsledky k hypotéze H5 .....	51
6	Diskuse .....	53
6.1	Diskuze k hypotéze H1 .....	54

6.2	Diskuze k hypotéze H2 .....	55
6.3	Diskuze k hypotéze H3 .....	56
6.4	Diskuze k hypotéze H4 .....	57
6.5	Diskuze k hypotéze H5 .....	58
7	Závěry .....	59
8	Souhrn .....	60
9	Summary.....	62
10	Referenční seznam .....	64
11	Přílohy .....	87
11.1	Informovaný souhlas účastníku studie .....	87
11.2	Vyjádření etické komise.....	88
11.3	Vizuální analogová škála .....	89
11.4	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 1 .....	90
11.5	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 2 .....	91
11.6	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 3 .....	92
11.7	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 4 .....	93
11.8	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 5 .....	94
11.9	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 6 .....	95
11.10	Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 7 .....	96
11.11	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 1.....	97
11.12	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 2.....	98
11.13	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 3.....	99
11.14	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 4.....	100
11.15	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 5.....	101
11.16	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 6.....	102
11.17	Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 7.....	103
11.18	Lysholmova škála aktivity s bodovým ohodnocením .....	104
11.19	Vzájemný vztah věku a Lysholmova skóre (StataBE17).....	105
11.20	Potvrzení o překladu.....	106

# 1 ÚVOD

Poranění předního zkříženého vazů (PZV) se řadí mezi četná poranění čítající 49-75 případů na 100 000 osob ročně (Reijman et al., 2021). Nejčastěji poraněnou skupinou jsou sportovci, přičemž ženy jsou více než trojnásobně náchylnější na toto poranění v porovnání s muži (Prodromos, 2018). Jedná se o jedno z nejvážnějších vazivových poranění, která se sebou přináší nejen bolestivost a snížení funkce kolenního kloubu (KOK), ale také ztrátu stability KOK, zejména té rotační (Domnick et al., 2017; Dylevský, 2021). Přestože je mechanická stabilita po operaci zajištěna (Lisee et al., 2019; Norte et al., 2018), tak pro docílení co nejideálnějších výsledků zde hraje rehabilitace velkou roli, zejména u jedinců, kteří se chtějí navrátit na stejnou sportovní úroveň jak před operací.

Nový systematický přehled od Kotsifaki et al. (2023) zhodnotil metody a postupy využívané během rehabilitaci po operaci PZV. Autoři zde také rozebírají načasování a strukturu rehabilitačního plánu po poranění PZV a zdůrazňují fakt, že předoperační fyzioterapie (PREF) může ovlivnit funkční stav kolenního kloubu (KOK) přímo po rehabilitaci a dokáže urychlit návrat na stejnou úroveň sportovní aktivity. S podobnou myšlenkou přišel již v roce 1980 Noves et al. (in Srinivasalu et al., 2022), který jako první naznačil, že PREF může přinést pozitivní výsledky v rámci rehabilitace.

Cílem předoperační fyzioterapie tedy není pouze ovlivnit funkci KOK před operací, ale v pozitivním smyslu tyto změny udržet a přenést do funkce KOK pooperačně (POO). Symptomaticky dojde k poruše stability, ztrátě rozsahu pohybu (ROM) KOK a až k atrofii musculus quadriceps femoris (MQF). Pokud vycházíme z předpokladu, že návrat funkcí KOK a redukce zmíněných symptomů přetrvává do POO, tak můžeme urychlit již takto dlouhou rehabilitaci. Navíc tyto symptomy mohou přetrvávat až roky po operaci (Kowaltchuk et al., 2009; Lisee et al., 2019; Lepley & Palmieri-Smith, 2016; Norte et al., 2018; Srinivasalu et al., 2022). Nicméně i přes zaznamenané výhody neexistuje dostatek důkazů, které by tyto tvrzení dostatečně podpořily (Månsson et al., 2013). Podpořením funkčních vlastností KOK v prvních měsících od prodělané operace by dokázalo urychlit pacientův návrat k aktivitám každodenního života .

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Anatomie a biomechanika kolenního kloubu

Vzhledem k složitosti a náročnosti anatomie a kineziologie dolních končetin (DKK) bude popsána jen relevantní část, která se vztahuje ke KOK.

KOK se řadí mezi největší a nejsložitější kloub lidského těla. Jedná se o kloub složený, kde spolu artikulují femur, tibie, fibula a patella. Distální konec femuru tvoří kloubní hrboly – condylus lateralis, který je zakřiven spíše do sagitální roviny, a condylus medialis, který je postaven více ventrálně. Patella je považována za sezamskou kost, která se nachází v MQF. Její facies anterior se nachází ve šlaše již jmenovaného svalu, a zadní část facies articularis, přiléhá na facies patellaris femuru, mezi jeho kondyly. Patella je na své kloubní části pokrytá silnou vrstvou chrupavky. Kloubní plocha je rozdělena na dvě fasety, které jsou velice variabilní, ale širší je laterální faseta. Mezi další popisované útvary na patelle patří distální apex a proximální basis. Proximální konec tibie tvoří kloubní plochy facies articularis superior, která je rozdělena na condylus lateralis tibiae plochý, okrouhlý a menší než condylus medialis tibiae, který je oválnější a vyhloubený. Mezi kondyly se nachází eminentia intercondylaris, kdy na její dorzální části jsou plochy pro úpon zkřížených vazů. S KOK souvisí ještě fibula, zejména její proximální část, caput fibulae, která artikuluje s tibií. Růstově je aktivnější distální femur, přesněji jeho epifyza, která se kolem 18. roku života spojuje s diafýzou. Na tibií je růstově aktivnější proximální část, která navíc obsahuje samostatné jádro v tuberositas tibiae. Patella se začíná vyvíjet ve šlaše musculus vastus intermedius jako fibrózní vazivo a osifikovat začíná během 3. až 5. roku života (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

Popsané kloubní plochy jsou tedy inkongruentní a proto jsou vyrovnány chrupavčitými menisky. Meniscus medialis et lateralis jsou lamely tvořené převážně hustým extracelulární matricí, tedy zejména z kolagenu a z proteoglykanů zachycující vodu. Mediální zaujímá poloměsíčitý tvar, je kotven pomocí svých koncových cípů do tibie a ještě srůstá s ligamentum colateralle mediale. Laterální meniskus je kruhovitého tvaru, kotven pouze v jednom místě v blízkosti PZV, jelikož se koncové cípy téměř dotýkají. Obě struktury jsou víceméně avaskulární, ale jejich zevní obvod je z části vaskularizován (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

Fibrózní vrstva kloubního pouzdra začíná 1-1,5 cm od okrajů kloubních ploch. Ventrální část se dostává proximálně pod MQF a vytváří záhyb, do kterého se upíná část vláken téhož svalu a ta zabraňují uskřínutí kloubního pouzdra. Inerce na tibií je v těsné blízkosti kloubních ploch a také přirůstá k oběma meniskům. Ventrálně je pouzdro slabé, ale v okolí kolem postranních vazů nabývá síly. Ligamentum colateralle mediale je postranní vaz, který začíná na epicondylus

medialis femoris a upíná se na tibií, 6-9 cm pod kloubní pouzdro. Vaz je poměrně široký, jeho vlákna probíhají vertikálně a v zadní části mají šikmý průběh. Zadní část srůstá s meniskus medialis a je zcela napjat při extenzi KOK. Zatímco ligamentum colaterale laterale začíná od epicondylus lateralis femoris a upíná se těsně pod caput fibulae. Svazek jeho vláken je zaoblený a od kloubního pouzdra oddělen vrstvou řídkého vaziva. Stejně jak jeho mediální obdoba, je vaz plně napjat v extenzi KOK a patří mezi stabilizátory KOK (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

Uvnitř kloubu se nachází zkřížené vazy – PZV a ligamentum cruciatum posterius (ZZV). PZV bude popsán v následujících pasážích. ZZV je považován za nejsilnější vaz našeho těla. Začíná od zevní plochy condylus medialis femoris a upíná se do zadní interkondylické plochy (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

Dynamickou stabilizaci zajišťují svaly na ventrální a dorzální straně stehna. Z ventrální strany se vyskytuje MQF, jehož hlavy se společně upínají ve formě ligamentum patellae na tuberositas tibiae. Svou stavbou se musculus rectus femoris jeví jako dvoukloubový sval, který se dále dělí na caput reflexum začínající těsně nad acetabulem, a caput rectum, které začíná od spina iliaca anterior superior. Jako jediná hlava se také podílí na flexi kyčelního kloubu. Zevní stranu pokrývá musculus vastus lateralis probíhající od labium laterale linea asperae. Pro vnitřní okraj zde leží vastus medialis se začátkem na labium mediale linea asperae. Prostřední část tvoří musculus vastus intermedius pokrývající ventrální femur od proximální čtvrtiny. Sval zajišťuje extenzi KOK a je inervován vlákny nervus femoralis z L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>. Hluboká vlákna musculus vastus intermedius probíhají ke kloubní pouzdra, kde tvoří musculus articularis genu, které zabraňují uskřínutí kloubního pouzdra. Dále ventrálně probíhá nejdelší sval lidského těla – musculus sartorius, který začíná od spina iliaca anterior superior a prochází až k pes anserinus. Inervován je také z nervus femoralis L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>. Podílí se na flexi a vnitřní rotaci KOK a flexi, zevní rotaci a abdukci kyčelního kloubu. Z dorzální strany probíhá hlavně skupina ischiokruálních svalů, které mají skoro všechny začátek na tuber ischii a stejnou inervaci z vláken nervus ischiadicus L<sub>4</sub>-S<sub>3</sub>. Pouze caput longum musculus biceps femoris začíná od labium laterale linea asperae. Distálně však s caput longum sestupuje ke caput fibulae, kde se upínají. Podílí se na flexi bérce, který zevně rotují při jeho flexi. Caput longum se také podílí na extenzi kyčelního kloubu. Od svého úponu postupuje musculus semitendinosus distálním směrem k pes anserinus, zatímco musculus semimebranosus se částí upíná na condylus medialis tibiae, částí do kloubního pouzdra jako ligamentum popliteum obliquum, a částí do fascie poplitea. Oba svaly se podílí na extenzi a addukci stehna a dále musculus semitendinosus flektuje bérce a pokud je flektován, tak provádí jeho vnitřní rotaci. Na dorzální straně KOK probíhá musculus popliteus – přesněji od condylus lateralis femoris až k tibií nad linea musculi solei. Inervací je zde také nervus tibialis

L<sub>4</sub>-S<sub>3</sub>. Podílí se na flexi bérce, ale hlavní funkcí je vnitřní rotace bérce, jelikož slouží jako zámek KOK. Jeho aktivita je nejmarkantnější při natažení ZZV, kdy slouží jako jeho „ochránce“ (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

Základní postavení KOK je v extenzi – a pohyb tímto směrem je naprosto identickým opakem pohybu do flexe, která bude popsána. Flexe kolenního kloubu probíhá v rozsahu 130-160° podle anatomických možností jedince. Pohyb je zahájen rotací, která se liší podle toho, zda je pohyb proveden v otevřeném kinematickém řetězci (OKC) nebo uzavřeném kinematickém řetězci (CKC). Pro OKC je zahájena flexe vnitřní rotací tibie vůči femuru, zatímco pro CKC dochází k zevní rotaci femuru vůči tibii. Rotace je podmínkou uvolnění kloubního zámku, kdy se uvolní oba zkřížené vazy. KOK nemá stálou osu pohybu, ale ta se mění podle stupně flexe. Rotační pohyby vznikají díky nerovnosti kloubních ploch a geometrickému uspořádání kloubních struktur. V prvních 5° flexe tedy dochází k rotaci, kdy se zevní kondyl otáčí a vnitřní posouvá – dojde k odemknutí KOK. Následujícím pohybem je valivý, kdy se femur válí po tibii, tedy po meniscích. V závěrečné fázi dojde k zmenšení kontaktu femuru s menisky a dochází ke klouzavému pohybu, kdy se menisky posouvají na tibii dozadu. Signifikantnější pohyb zažívá meniskus lateralis v rozmezí 12 mm, zatímco mediální se posouvá pouze o 6 mm. Aby nedošlo k výrazné translaci tibie vůči femuru, tak se na tomto pohybu také podílí zkřížené vazy. Pohyb se odehrává i v patellárním skloubení, kdy při flexi se posouvá distálně a při extenzi proximálně. Pohyb je v rozmezí 5-7 cm a je korigován musculi vastii (Čihák, 2016; Dylevský, 2021; Kapandji, 2019).

## **2.2 Anatomie a biomechanika předního zkříženého vazy**

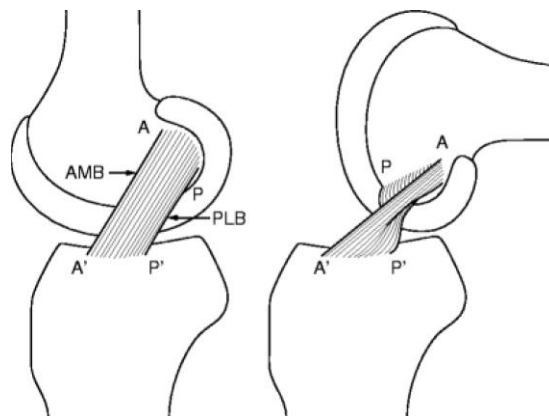
### **2.2.1 Anatomie předního zkříženého vazy**

Vaz je složen z pásů specializované pojivové tkáně, která je dvojitě pokrytá synoviální membránou (Petersen & Zantop, 2007; Prodromos, 2018; Skelley et al., 2017; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). PZV je tedy intraartikulární struktura, ale vyskytuje se extrasynoviálně (Bicer et al., 2010; Petersen & Zantop, 2007; Prodromos, 2018). Vlákna jsou uspořádány do spirálovité formace, což vazy dává jedinečnou funkci a složitou strukturu. Začíná na femuru, přesněji od postero-mediální části laterálního kondylu. Zde zaujímá půlkruhový tvar a měří přibližně 20 x 10 mm. Od femuru sestupuje přes interkondylární fossu a připojuje se antero-laterálně na mediální eminenci tibie. Úpon je širší a oválného tvaru, který měří přibližně 10 x 30 mm, a upíná se asi 15 mm před zadním zkříženým vazem (Marieswaran et al., 2018; Petersen & Zantop, 2007; Prodromos, 2018; Siegel et al., 2012; Śmigielski et al., 2016; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). Inserce vykazují interindividuální rozdíly a mohou se různit svým tvarem i plochou (Cone et al.,

2019). Na makroskopické úrovni je PZV ukotven do kosti pomocí vazivové chrupavky (Marieswaran et al., 2018). Průměrná délka je 32 mm a variace je mezi 22-41 mm. Jeho šířka je od 7 do 12 mm (Cone et al., 2019; Marieswaran et al., 2018; Petersen & Zantop, 2007; Prodromos, 2018; Skelley et al., 2017) Nejužší část se nachází v blízkosti jeho úponu na femuru a postupně se směrem k tibií rozšiřuje. Hlavní složkou jsou vlákna kolagenu, která tvoří až 70 % hmotnosti suchého vazy. Převážně se jedná o kolagen typu I, který se vyskytuje z 90 % a zbylých 10 % patří kolagenu typu III. Dále obsahuje fibroblasty – nezralé buňky, které mají schopnost se dělit a tvořit buněčné složky extracelulární matrix (Prodromos, 2018; Skelley et al., 2017; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023).

Převládají diskuze, zda se PZV skládá z více jak jednoho pruhu vláken. Anatomické pitvy potvrdily výskyt více svazků. Velká část studií se přiklání k dvěma hlavním svazkům, které jsou pojmenovány podle inserce na tibií – anteromediální (AM) a posterolaterální (PL) svazek (Obrázek 1). Studie fetálních PZV potvrdily výskyt dvou svazků již v 17. týdnu gestace (Bicer et al., 2010; Prodromos, 2018; Skelley et al., 2017). Kapandji (2019) popisuje třetí, intermediální svazek. Skelley et al. (2017) tvrdí, že se nejedná pouze o dva svazky, ale o kontinuum tkáňových oblastí, které se liší v souvislosti s anatomí a funkcí PZV. Mezi svazky se nachází přepážka, která je rozděluje. Vlákna AM svazku jsou oproti ostatním povrchová, jsou nejdelší a nejnáchylnější ke zranění. Vlákna PL jsou zase nejmohutnější. Na tibiální inserci zabírá PL svazek přibližně o 5 % méně plochy (Otsubo et al., 2012; Rahnemai-Azar et al., 2016). Svazky pracují synergisticky a zabraňují nadměrnému ventrálnímu posunu tibiie. Vlákna AM tento pohyb omezují během flexe a vlákna PL během extenze (Gardner et al., 2015; Kapandji, 2019; Prodromos, 2018; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023).

**Obrázek 1 Vlákna PZV (RadiologyKey, 2016).**



Vysvětlivky: AMB – AM svazek; PLB – PL svazek; A – femorální konce PZV ventrálně; A' – tibiální konec PZV ventrálně; P – femorální konec PZV dorzálně; P' – tibiální konec PZV dorzálně

Přísun živin pro PZV je primárně zajištěn pomocí arteria media genus, což je jedna z větví arteria poplitea. Do kloubu se dostává penetrací zadní částí kloubního pouzdra. Dále PZV vyživují inferomediální a inferolaterální genikulární arterie. Inervace je zajištěna hlavně dorzální větví nervus tibialis. Ta se dostává k PZV přes zadní část kloubního pouzdra a směřuje vpřed k infrapatellárnímu tukovému tělesu (Bicer et al., 2010; Prodromos, 2018; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). Dobrá inervace je zajištěna tím, že až 1 % struktury vazů je složeno z nervové tkáně (Bicer et al., 2010; Prodromos, 2018).

### **2.2.2 Biomechanika a funkce předního zkříženého vazů**

Pro stabilitu kolene hraje PZV zásadní roli. Za normálních podmínek je funkcí vazů zabránit anteriorní translaci tibie vůči femuru. V takovém případě se posun uskutečňuje v rozsahu 2 mm a zvětšuje se při flexi, kdy se rozsah dostává na 3 mm a při zátěži až na 6 mm (Domnick et al., 2016; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). Největší napětí na PZV je v 0 až 30° flexi s maximem v 15° (Domnick et al., 2016; Prodromos, 2018). Jedinci, kteří mají PZV deficitní vykazují posun až 4 násobně větší, kdy je míra translace 10 až 15 mm při 30° flexi KOK. Studie na kadáverech potvrzuje roli svazků na translaci, kdy je flexe stabilizována AM svazkem, zatímco se PL svazek podílí na jejím omezení během pohybu do extenze (Domnick et al., 2016; Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). Velká část zranění se děje v extenzi KOK, proto je PL svazek považován za důležitější (Siegel et al., 2012). Kapandji (2019) uvádí, že se PZV napíná při extenzi a brání hyperextenzi KOK. AM svazek vykazuje během pohybu konstantní napětí, zatímco PL svazek je více variabilní a jeho napětí se liší velikostí flexe KOK (Prodromos, 2018). Skelley et al. (2017) popisuje, že AM svazek má větší pevnost tahu díky většího množství kolagenu. Důležitou poznámkou je, že svazky PZV mají rozdílnou délku (Kapandji, 2019). Z názvu je patrné, že se vazy kříží a toto obtočení se mění během pohybu KOK. Taková změna způsobí změnu napětí a délky svazků PZV (Prodromos, 2018).

Uplatnění PZV nachází i při rotační stabilitě. Dylevský (2021) uvádí, že PZV zabraňuje vnitřní rotaci. Na stabilizaci vnitřní rotace se podílejí i ostatní vazy, a proto je při poruše PZV rotace zvýšena pouze o 4° (Herbort et al., 2017). Pro PL svazek byly hodnoty největší při plné extenzi. Při větších flexích vykazovalo napětí AM svazku signifikantně větší hodnoty než u PL svazku (Siegel et al., 2012).

### **2.3 Ontogeneze předního zkříženého vazů**

Kolem 4 týdnů intrauterinního života začíná vývoj končetin, který probíhá proximodistálním směrem a pro DKK začíná o den až dva později. Pupeny končetin se objeví na laterální



straně těla, přičemž se skládají z mezenchymu pocházejícího ze somatické vrstvy mezodermy, který bude tvořit kosti a pojivovou tkáň končetin, a je zakrytý vrstvou ektodermy. Embryonálně dojde k vývoji kloubů od 6 až 8 týdne. Kolem 5 týdne probíhá proces chondrifikace DKK a v průběhu 6 týdne se tento proces děje ve femuru, tibia a fibule. Během 5 týdne také dojde k diferenciaci ligamentum patellae. Formace kondylů femuru a tibie nastává v 7 týdnu a tyto dvě struktury mohou srůstat. Buňky se shlukují do velkého počtu, a jejich apoptózou je z centrální části vytvořena kloubní dutina. Z periferních částí se vytvářejí kloubní struktury. Buněčné shluky začínají formovat ligamentum collateralae mediale et laterale, PZV a ZZV, šlachy musculus popliteus, meniscus lateralis, retinaculum patellae a kost samotou. V polovině 7 týdne mají kondyly již chrupavčitou strukturu a vytvořenou cévní síť. Plně chrupavčité jsou femur, tibia a fibula již v průběhu 8 týdne. V tomto týdnu začíná KOK připomínat ten dospělý s kompletní cévní sítí. Již je přítomný meniscus medialis, ale laterální je lépe orientován, přičemž je jejich formace ukončena v 9 týdnu. Patella je kloubně spojena s kondylem a triangulární prostor pod ní je vyplněn mesenchymální tkání, což je nejzazší fáze formy tukové tkáně. Žádné výrazné rozdíly nebyly zaznamenány v průběhu 10 a 11 týdne, ale během 12 a 13 týdne je již přítomná kloubní štěrbina. Začíná osifikace epifyzální části – distální části femuru a proximální části tibie. Osifikace patelly a penetrace chrupavkových kanálů je popsána během 14 týdne (Sadler, 2018; Tena-Arregui et al., 2003; Toncea & Filipoiu, 2017). Tena-Arregui et al. (2003) potvrdila výskyt zkřížených vazů artroskopii na 24 týdenním fetálním preparátu. Jedinou odlišností od dospělých vazů bylo postavení vláken, přičemž tyto byly více orientovány paralelně bez stočení. Pravděpodobně to je z toho důvodu, že takový KOK ještě nebyl zatížen.

## **2.4 Epidemiologie a incidence poranění předního zkříženého vazů**

Ruptura PZV se řadí mezi častá a akutní traumata, která souvisí nejen se sportovním poraněním, ale i s každodenním životem. Roční incidence se pohybuje kolem 49-75 úrazů na 100 000 lidí (Reijman et al., 2021). Suter et al. (2017) uvádí, že počet ruptur se pohybuje kolem 80 poranění na 100 000 osob. V USA je evidováno 250 000 případů ročně (Filbay & Grinden, 2019). Přítomné nejsou pouze symptomy, které omezují jedince ve svém každodenním životě, ale následky ruptury jsou také charakteru socioekonomického, nehledě na to, že náklady zdravotní péče neustále stoupají. Nové rehabilitační protokoly doporučují návrat ke sportu v období 6-9. měsíců po operaci, avšak Beischer et al. (2020) uvádí, že jedinci, kteří se vrátí ke sportu dříve než po 9 měsících, mají 3-7krát větší riziko vzniku nového poranění PZV (Waldron et al., 2022). Alarmující je také fakt, že roční incidence ruptur PZV a jeho operací má stoupající tendenci – příkladem může být Nizozemsko, které vykazuje nárůst rekonstrukcí o 130 % v letech

od 2003 po 2018 (Eggerding et al., 2021). Ročně v průměru stoupne počet poranění o 1,8 % u žen a o 0,96 % u mužů podle studie z Kanady (Paudel et al., 2023). Následky jsou i celoživotního rázu, protože poranění PZV vykazuje nárůst artrózy kolenního kloubu o 16 až 34 %, přičemž záleží na zvolené léčbě a na doprovodných poranění okolních struktur, jako jsou menisky (Sutter et al., 2017). Sutter et al. (2017) uvádí, že minimálně 40-70 % zranění PZV je doprovázeno souběžným nebo následným zraněním menisků. Nicholls et al. (2021) uvádí, že artrotické změny jsou viditelné již po roce od traumatu neohledě na to, zda jedinec operaci podstoupil či nikoliv. Prodromos (2018) uvádí, že poranění PZV není primárním důvodem vzniku artrózy, ale právě doprovodné poranění menisků a chrupavky způsobuje degenerativní změny, proto doporučuje operaci PZV do roka od poranění, aby došlo ke snížení rizika poranění ostatních struktur.

Častější je však zranění u sportovců, kde jsou nejrizikovější kontaktní sporty a v kompetitivním sportu je hlášený nárůst poranění kolem 5 % ročně (Suter et al., 2017). Poranění častěji nacházíme u žen, zejména pokud provádějí sport jako je fotbal, basketbal nebo házenou. Riziko poranění je o 2,8 až 3,5krát vyšší než u mužů. Uvádí se, že za zvýšeným rizikem stojí faktory hormonální, anatomické, neuromuskulární a nedostatečná kvalita sagitální stabilizace (SST) (Prodromos, 2018). Na úroveň před zraněním se dostane pouze 55 % sportovců (Mouton et al., 2022). V potaz musí brát i faktor dědičnosti – Magnusson et al. (2020) popisuje ve své studii, že u dvojčat je vliv genetiky na poranění PZV až 69 %.

Jednou z komplikací je re-ruptura vazů, kdy je incidence mezi 3.2-11.1 % (Eggerding et al., 2021). Yao et al. (2021) uvádí, že je skutečná incidence selhání štěpu neznámá a dle něj dosahuje až 24,4 % po implementaci. Důvodem opětne ruptury PZV může být selhání operační či rehabilitační léčby, kdy nižší riziko poranění vykazují autoštěpy oproti aloštěpům (Gupta et al., 2018). Systematický přehled Cronström et al. (2023) uvádí, že neexistují studie, které by uváděly, zda hraje roli síla MQF a ischiokruálních svalů na prevenci opětovné ruptury.

## **2.5 Etiologie a patogeneze poranění předního zkříženého vazů**

K poranění PZV dojde v případě, pokud je na strukturu vyvíjena dostatečná tažná síla. K bezkontaktnímu poranění dojde v situaci, kdy naše tělo vyprodukuje dostatečnou sílu či pohyb, který nadměrně napne PZV. Předpokládá se, že iniciátorem přetržení je MQF, avšak nikdy jsme se nesnažili poukázat na to, že naše svaly dokážou vyprodukovat zranění (Boden & Sheehan, 2022; Dai et al., 2012; Prodromos, 2018; Wetter et al., 2016). Boden & Sheehan (2022) uvádí, že je riziková hlavně jeho vydatná excentrická aktivita. Ochranně působí antagonistická funkce ischiokruálních svalů (Prodromos, 2018). Přibližně až 75 % poranění PZV v USA vznikne

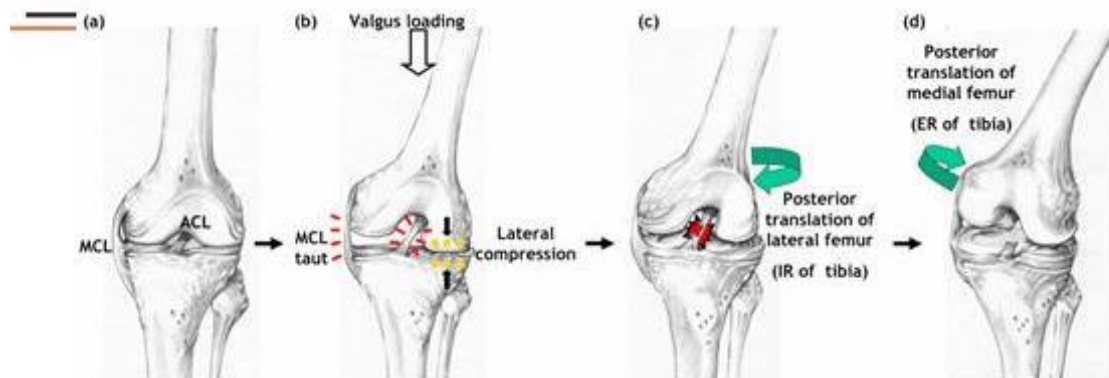
bezkontaktním poraněním (Dai et al. 2012; Wetters et al., 2016). Pohyb v KOK se odehrává hlavně v sagitální rovině, ale k určitým pohybům dochází i v rovinách ostatních. Pokud se pohyb dostane mimo fyziologické hodnoty, tak výsledkem může být poranění vaziva (Hewett et al. 2016). In vitro studie demonstrovali jako hlavním mechanismem poranění přední smykový posun proximálního konce tibie. Navíc k poranění přispěje také valgózní či varózní postavení KOK a vnitřní rotace tibie (Dai et al., 2012; Hewett et al., 2016; Koga et al., 2010; Prodromos, 2018; Wetters et al., 2016). Quatman et al. (in Wetters et al., 2016) uvádí, že 82 % poranění PZV souvisí s pohybem ve více rovinách. Video analýzy potvrzují fakt, kdy při dopadu téměř extendované končetiny propadne koleno do valgózního postavení (Koga et al., 2010). Boden et al. (2010) potvrdili, že při extenzi nedokáží ischiokruální svaly protektivně zabránit anteriornímu posunu tibie a tím zamezit možnému poranění PZV (in Wetters et al., 2016). K poranění vazivového aparátu při sportu dojde v moment, kdy je končetina zatížena a navíc dojde k náhlé změně zrychlení nebo rychlou změnou směru, kdy na KOK působí síly z více směrů. Typicky se tak děje při doskoku nebo otáčení (Dai et al., 2012; Hewett et al., 2016; Prodromos, 2018; Wetters et al., 2016). Deficit v kontrole SST predikuje poranění KOK s 90 % senzitivitou a 56 % specifitou (Hewett et al. 2016).

Některé studie uvádí, že k ruptuře dojde současně se zevní rotací tibie, ale dle Koga et al. (2010) je rotace a anteriorní posun tibie výsledkem poranění nikoliv mechanismem. Smyková síla se zvyšuje v moment, kdy se snižuje úhel flexe KOK. PZV však není náchylné k poranění ve valgózním postavení, protože tomuto pohybu brání ligamentum collaterale mediale. Avšak při jeho porušení je incidence poranění větší (Boden & Sheehan, 2022; Dai et al. 2012; Prodromos, 2018). Při zatížení KOK do valgózy je ligamentum collaterale mediale napnuto a dochází k laterální kompresi (Obrázek 2). Ta způsobí společně s ventrálním vektorem MQF dislokaci femuru, zejména laterálního kondylu dorzálně, nad tibiální pláto. Vnitřní rotace tibie a anteriorní posun vůči femuru způsobí rupturu PZV. Po přetržení vazy se mediální kondyl femuru dostává také vzad a výsledně tibie rotuje zevně (Koga et al. 2010). K poranění PZV nejčastěji dojde mezi 30 až 100 ms od prvotního kontaktu končetiny (Hewett et al. 2016). Koga et al. (2010) popisuje, že k náhlému zvýšení valgózního úhlu a vnitřní rotace dojde v prvních 40 ms po počátečním kontaktu a k anteriorní translaci tibie dojde již po 30 ms.

Kontaktní poranění vzniká na základě vysokoenergetického mechanismu. Síla je generována ze zevního prostředí. Dále se rozdělují kontaktní poranění na přímé a nepřímé. Přímé poranění je takové, kdy je zevní síla aplikována na KOK a rezonuje poraněním PZV – např. kontaktem s jinou osobou. Mechanismus nepřímého poranění vzniká v případě, když je zevní síla aplikovaná na jinou část než na KOK, typicky na trup či zevní stehno. Podobně jako u bezkontaktního poranění může dojít k výraznému přednímu posunu nebo kolizi, která vyvolá

valgózní či varózní pohyb a rotaci kloubu (Lang et al., 2017; Wetters et al., 2015). Sportovní poranění jsou známa velkou incidencí vazivových zranění, které vystihuje maximum v míčových sportech, zejména na začátku sezóny (Mouton et al., 2022).

**Obrázek 2.: Mechanismus poranění PZV (MusculoskeletalKey, 2016).**



Vysvětlivky: MCL – ligamentum colateralle mediale; ACL – PZV; (a) – valgózní namáhání KOK; (b) – druhá část valgózního namáhání KOK; (c) – kompresní namáhání způsobí posunutí zadní části laterálního kondylu – vnitřní rotace; (d) – posteriorní translace mediálního kondylu femuru – zevní rotace

## 2.6 Hojení předního zkříženého vazů

### 2.6.1 Časná fáze

Časná fáze nastává ihned po implementaci štěpu a přetrvává přibližně do konce čtvrtého POO týdne (Moretti et al., 2022; Prodromos, 2018). Pro toto období je typická nekróza štěpu se zánětlivou reakcí. Nejmarkantnější jsou změny ve střední části PZV (Prodromos, 2018). Buňky reagují na nekrózu a uvolňují řadu cytokinů, jako je tumor nekrotizující faktor, interleukin (IL) IL-1 a IL-6 a navíc dochází k expresi růstových faktorů, které vedou k migraci a proliferaci buněk (Prodromos, 2018; Yao et al., 2021). Cílem buněčné migrace je vytvořit podklad pro nový PZV. V tomto období není přítomné cévní zásobení (Prodromos, 2018; Moretti et al., 2022). Tyto procesy je možné pozorovat již mezi prvním a druhým týdnem, ale výraznější jsou v proliferační fázi (Prodromos, 2018). Je dokázáno, že nové buňky pocházejí z jiné tkáně než je štěp. Předpokládá se, že je jejich původ ze synoviální tekutiny, z nativního PZV nebo z kostní dřeně z navrtaných tunelů (Prodromos, 2018; Moretti et al., 2022). Během prvních POO týdnů je struktura kolagenu štěpu zachována, ale jejich dezintegrace je možné pozorovat již 3 týden od zákroku (Prodromos, 2018). Změna v uspořádání kolagenu vyjadřuje pokles mechanických vlastností štěpu. V této fázi je důležité respektovat jeho zatížení. Z těchto tvrzení se můžeme mylně domnívat, že tkáň potřebuje naprosté odlehčení, avšak právě adekvátní zatížení

napomáhá formaci PZV (Prodromos, 2018; Yao et al., 2021). Při nedostatečném či žádném zatížení šlachy dochází k výraznému snížení pevnosti tahu již v 1 týdnu s progresivním zhoršováním až do 6 týdne (Majima et al. in Prodromos, 2018; Ohno et al. in Prodromos, 2018). Avšak Tohyama & Yasuda (in Prodromos, 2018) prokázali, že zvýšené mechanické napětí štěpu podstatně snižuje pevnost tahu štěpu již za 3 týdny od implantace. Stabilita kolenního kloubu v této brzké fázi závisí na kvalitě fixace štěpu, jelikož ještě nedošlo k hojení mezi kostí a šlachou (Prodromos, 2018). Tato fáze je důležitá pro získání ROM KOK – až 90° flexe by mělo být dosaženo v prvních dvou týdnech s následným zvětšením v dalším týdnu na 120° a do čtyř týdnů, by ROM měl být plný (Moretti et al., 2022).

### **2.6.2 Proliferační fáze**

Fáze je charakterizována maximální buněčnou aktivitou a změnami v extracelulárním matrix, které souvisí s nejnižšími mechanickými vlastnostmi PZV během hojení. K částečné proliferaci dochází již v minulé fázi, ale v období od čtvrtého do dvanáctého týdne jsou změny nejmarkantnější. Nejprve dochází k buněčné proliferaci a reabsorpci kolagenové matrice štěpu, aby mohlo dojít k vytvoření nového vazů. Dalším procesem jsou změny v extracelulárním matrix, jako je nárůst kolagenu typu III, fibronektinu, glykosaminů a zvětšení průměru kolagenových vláken. Tyto změny jsou esenciální pro návrat mechanických vlastností štěpu (Moretti et al., 2022; Prodromos, 2018; Yao et al., 2021). Pro zajištění buněčné repopulace je nutná revaskularizace, která zajistí dostatečný přísun kyslíku pro udržení životaschopnosti štěpu. Exprese vaskulárního endoteliálního růstového faktoru je odpovědí na zánětlivou reakci. Již kolem 3 týdne dochází k novotvorbě cév i v centrální části štěpu. Snížené mechanické vlastnosti korelují se stupněm revaskularizace a právě proto je největší riziko selhání štěpu kolem 6 týdne (Prodromos, 2018; Moretti et al., 2022). Předpokládá se, že cévy se tvoří ze synovie, infrapatelárního tukového polštáře a z plik, proto je nutné zachování struktur i po operaci (Dobeš in Kolář, 2020; Yao et al., 2021). Uplatnění nacházejí i buňky ostatních tkání – osteoblasty z kostních tunelů, fibroblasty nativního pahýlu PZV, mesenchymální buňky chrupavky a synoviální membrána. Všechny jmenované produkují fibroblasty či buňky podobné fibroblastům, díky nimž dochází k expresi růstových faktorů, jako je fibroblastový růstový faktor, transformující růstový faktor a růstový faktor z destiček. Přítomny jsou i myofibroblasty, které zajišťují izometrické napětí buněk a extracelulární matrice a spojování kolagenových vláken (Moretti et al., 2022; Prodromos, 2018; Yao et al., 2021). Zatěžování končetiny zajistí produkci buněčných a extracelulárních komponent, které přispívají k stabilitě štěpu. Cílem fáze by měla být chůze bez výrazných patologií s plným ROM v kloubu. Moretti et al. (2022) uvádí, že koncem

12 týdnů by měl mít jedinec dostatek síly, aby postoupil k individuálním sportům a k volnočasové aktivitě, avšak to neznamená, že je schopen tyto aktivity naplno provádět.

### **2.6.3 Maturační fáze**

V poslední fázi hojení prochází štěp adaptivní remodelací, aby dosáhl mechanických vlastností nativního PZV. Fáze začíná od 12 POO týdnů. Nelze určit konec této fáze, protože k určitým změnám dochází i roky po rekonstrukci (Prodromos, 2018; Moretti et al., 2022). Autoři se v popisu liší, dle Abe et al. (1993) a Falconiero et al. (1998) dojde k naprosté remodelaci již po roce, Sánchez et al. (2010) uvádí zase po 2 letech, zatímco Moretti et al. (2022) uvádí, že autograft dokončí přestavbu až po 10 letech. Faktem je, že implementovaný biologický materiál nikdy přesně nenahradí nativní PZV (Dobeš in Kolář, 2020; Prodromos, 2018). Ale i přes to, že nedojde k přesnému napodobení nativního PZV, tak je náhradní vaz dostatečně silný na to, aby vydržel stejnou zátěž (Prodromos, 2018). Proto aby štěp dokonale napodobil PZV musí operace nej přesněji zajistit anatomické a mechanické vlastnosti intaktního vazů. Bez těchto podmínek nebude pohyb kloubu stejný a vaz nebude plnit svou funkci. Po druhé fázi je štěp tvořen disorganizovanými vlákny s různými průměry a mezerami (Moretti et al., 2022). Dochází ke snížení syntézy kolagenu typu III, která je zvýšená během proliferační fáze, ale jeho exprese je stále větší, než u intaktního PZV (Prodromos, 2018; Moretti et al., 2022; Yao et al., 2021). Pro fázi je typické, že jedinec se připravuje k návratu ke sportu. Důležitým milníkem je to, že jedinec nepociťuje žádnou bolest, ROM je plný, není přítomný pocit instability a nedochází k otoku kloubu. Biopsie odhalila, že životaschopný intaktní štěp se vyskytuje již 6 měsíců po operaci, což by mohlo indikovat návrat ke sportu. Bohužel nejsou dostupné in vivo techniky měřící mechanické vlastnosti štěpu, proto nelze určit konkrétní závěry (Prodromos, 2018).

## **2.7 Vyšetření předního zkříženého vazů**

### **2.7.1 Fyzikální vyšetření**

O poranění PZV se může uvažovat v případech, kdy jedinec popisuje mechanismus vzniku tak, že došlo ke zrychlení nebo ke změně směru, která byla obohacena o valgózní násilí. K tomu je často popisován pocit nebo slyšitelné prasknutí, které nese název „pop-fenomén“. Pro rupturu PZV je také typický rychlý vznik náplně KOK. S těmito fenomény souvisí také bolest, nestabilita a podlamování KOK, zablokování kloubu, abnormální chůze a její varianty (Dobeš in Kolář, 2020).

### 2.7.2 Klinické testy

Pro potvrzení ruptury PZV jsou specialisty využívány klinické testy, které možné poškození dokáží odhalit. Jejich přesnost se dosti liší, ale jako nejpřesnější test je udáván Lachmanův test, se senzitivitou 87 % a specifitou 93 % (Coffey & Bordoni, 2022; Lelli et al. 2016; Prodrornos, 2018). Při provedení je vyšetřovanému uveden KOK do flexe 15 až 20°, mezitím co leží na zádech, a vyšetřovatel provede anteriorní translaci tibie vůči femuru při současné fixaci femuru. Jako pozitivní je považována anteriorní translace, která dosahuje 5 mm a více (Coffey & Bordoni, 2022; Kolář, 2020; Prodrornos, 2018; Tanaka et al., 2022). Test je reliabilní v akutní fázi, ale vyšetřovaný musí dostatečně relaxovat, jelikož ischiokruální svaly mohou právě v tomto stádiu omezit pohyb tibie (Kolář, 2020; Prodrornos, 2018). Během hodnocení je nutné vzít v potaz i „end-feel“, jelikož ten dokáže vyšetřujícího mystifikovat během poškození ZZV. Pro poškozený PZV je „end-feel“ na konci anteriorní translace volný, bez tuhé zarážky, zatímco při jeho kontinuitě je spíše pevný. Pro poranění LCP je naopak volný do anteriorní translace, ale poté se projeví jako tuhá zarážka, jelikož není poškozen PZV, ale může mylně připomínat jeho částečné poškození (Coffey & Bordoni, 2022; Prodrornos, 2018).

Obdobnou variantou Lachmanova testu je přední zásuvka. Senzitivita testu je 83 % a specifita 85 % (Sokal et al., 2022). Principiálně jde o vyšetření anteriorní translace, ale vyšetřovaný zaujímá polohu na zádech, kdy je jeho KOK uveden do 90° flexe. Vyšetřující přisedne nohu vyšetřovaného pro jeho fixaci a provede anteriorní translaci úchopem za proximální konec tibie. Pro akutní stavy je tento test falešně negativní z důvodu ochranného spasmu ischiokruálních svalů dolní končetiny (DK) (Kolář, 2020).

Trojici nejčastějších testů uzavírá Pivot shift test se senzitivitou 55 % a specifitou 94 % (Sokal et al., 2022). Vyšetřovatel uchopí chodidlo a KOK vyšetřovaného, který zaujímá polohu leh na zádech, a provede extenzi KOK se současnou abdukci a vnitřní rotací bérce. Při pozitivním nálezů dojde k subluxaci laterálního kondylu tibie vůči femuru (Horvath et al., 2020; Kolář, 2020).

Poměrně novým diagnostickým testem je Lever sign test. Autor testu udává, že senzitivita je 100 % pro chronické případy, ale nižší než všechny výše zmíněné testy, pokud se jedná o akutní stavy či parciální ruptury (Lelli et al. 2016). Dle studií dosahuje senzitivity 61.2 až 63 % a specifity 90 % (Bucher et al., 2022; Jarbo et al., 2017) v akutních případech. Při provedení zaujímá vyšetřovaný polohu na zádech a vyšetřovatel podloží pěstí lýtko vyšetřovaného v proximální třetině a poté aplikuje tlak na distální část stehna – jedná se o pohyb páky přes opěrný bod. Negativně se test projeví extenzí kolene se zvednutím paty, jelikož intaktní PZV dokáže přes tlak překonat gravitační sílu. Pokud je však PZV poškozen i částečně, tak nedojde k překonání

gravitační síly a dojde k anteriornímu posunu tibie vůči femuru při zachovalé flexi KOK (Lelli et al. 2016).

### **2.7.3 Zobrazovací metody**

Magnetická resonance (MRI) slouží k evaluaci PZV a okolních struktur a také k plánování operačnímu výkonu (Amano et al., 2016). Slouží jako indikace či exkluze k terapeutické artroskopii (Kostov et al., 2014). Projekcí MRI zobrazí nepoškozený PZV jako napnutá kontinuální vlákna s nízkou až střední intenzitou signálu ve všech rovinách a sekvencích (Ng, 2011; Prodromos, 2018). PL svazek má většinou vyšší intenzitu signálu než AM svazek (Ng, 2011). Přesnost, senzitivita a specifita je více než 90 %. Dle Ahmed et al. (2017) je senzitivita 93,33 % a specifita až 85,71 %. Kostov et al. (2014), zase uvádí specifitu 88,37 % a senzitivitu 83 %. Prodromos (2018) uvádí, že senzitivita je 81 % u ruptur potvrzených artroskopií. Jedná se tedy o velice přesnou neinvazivní metodu. Nižší specifitu vykazují částečné ruptury (Ng, 2011; Prodromos, 2018). Taková vlákna vykazují větší intenzitu signálu, laxicitu a PZV je více konkávní (Ng, 2011). U takových poranění se senzitivita pohybuje na 77 % a specifita na 97 % (Van Dyck et al., 2011). Jako kámen úrazu je při diagnostice částečných ruptur výskyt artefaktů či reparativní fibrózy. Částečné ruptury se dále dělí podle počtu poškozených vláken na vysoký stupeň, kdy je poškozeno více jak 50 % vláken, pro střední stupeň je to rozmezí od 10 do 40 % a na nízký stupeň, kdy je poškozeno méně jak 10 % vláken (Ng, 2011).

Poškozený PZV se na MRI projeví diskontinuitou vláken, je nevýrazný a působí laxně (Ng, 2011; Prodromos, 2018). Prázdňý femorální žlábek naznačuje totální rupturu PZV. Pokud je poškození chronického charakteru, tak může být PZV absorbován či může být jeho pahýl připojen k ostatním strukturám kloubu, nejčastěji k synoviálnímu obalu LCP (Ng, 2011). Přestože MRI nepotvrdí rupturu PZV, tak by se od této úvahy nemělo odstupovat, pokud jsou přítomny fenomény typické pro poškození PZV (Prodromos, 2018).

Pomocí počítačové tomografie (CT) je možné zobrazit PZV, avšak hemartróza může zkreslit nález a navíc pomocí MRI je možné odhalit přidružené poškození, jako je poškození menisků, vazů či chrupavky. Pokud rupturu potvrdí rentgen (RTG) je možné využít CT pro objasnění velikosti poranění či možné avulze kostních fragmentů (Allott et al., 2022; Amano et al., 2016; Ng, 2011). RTG má velice omezené možnosti zobrazení při poškození PZV, nicméně může vést k suspekci jeho poranění – například avulzní frakturou jeho insercí tibiálně či femorálně. Proto je lepší se přiklánět k CT (Allot et al., 2022; Ng, 2011; Prodromos, 2018).



## 2.8 Operační léčba

Dle systematického přehledu od Grassi et al. (2018) se operace PZV považuje za úspěšnou metodu. Dnes se výhradně provádí asistovaná artroskopie, jejíž cílem je obnovení anatomických inzercí PZV a zajištění jeho kontinuity. Je naprosto nezbytné, aby byl vybrán takový štěp, který zajistí co nejmenší morbiditu z dárcovské oblasti a také bude dostatečně pevný se schopností snést zatížení (Handl et al., 2018). Jelikož vlastnosti štěpu ovlivní POO stav pacienta (Joyce et al., 2016). Mezi nejpreferovanější metody patří metoda bone-tendon-bone (BTB) a semitendinosus-gracilis (STG). Autologní štěpy STG vykazují menší morbiditu z dárcovského místa a snižují POO komplikace jako je například syndrom patelofemorální bolesti (Chen et al., 2019; Handl, et al., 2018). Od alogenních štěpů se již upouští (Dobeš in Kolář, 2020; Prodromos, 2018). Neméně důležité je pochopení anatomických souvislostí PZV, jelikož operace musí zajistit adekvátní tonizaci novovazu (Yoo & Marappa-Ganeshan, 2023). Přestože je zmiňováno, jakých délek by měl štěp dosahovat, tak dle Fu (2020) se právě univerzální délka nemusí hodit. Připomíná, že morfologie je zcela individuální a pro běžnou populaci může být technika dostačující, ale v potaz není brán jak mechanismu poranění, tak anatomie, tak sportovní očekávání pacienta, což může vést k nedostačujícím výsledkům. Doporučuje tedy podstoupit vždy MRI, která tyto problémy vezme v potaz a zajistí odběr štěpu „na míru“. Grassi et al. (2018) uvádí, že zatím neexistuje ideální štěp, stejně tak že neexistuje „zlatý standard“ i přes fakt, že je takto označována technika BTB. Dále uvádí, že neexistuje ideální technika pro formování tunelů, ale existuje dost studií probírající výhody a nevýhody fixačních šroubů. Většina operátérů preferuje „single-bundle“ techniku, jelikož „double-bundle“ je o poznání komplikovanější a neexistuje dostatek důkazů, které by techniku prosazovali, i přes fakt, že nahradí AM i PL svazek (Grassi et al., 2018; Tejpal et al., 2019). Míra úspěšnosti pro „single-bundle“ se pohybuje v rozmezí od 69 do 95 % (Loucas et al., 2021). Vaishya et al. (2015) doporučuje naplánovat operační zákrok v rozmezí od 3 do 52 týdnů od poranění. Pokud je operace provedena do 3 týdnů tak je zde velké riziko artrofibrózy. Pokud je však zákrok proveden až po roce, tak narůstá riziko poranění ostatních struktur.

### 2.8.1 Štěpy

#### 2.8.1.1 Bone-tendon-bone

Jako „zlatý standard“ se při operaci PZV označuje technika BTB (Chen et al., 2019; Prodromos, 2018). Název popisuje vzhled štěpu, jelikož jsou společně se šlachou odebrány kostní bločky. Odběrovým místem je střední část ligamentum patellae.

Při zákroku je pacientovi nastaven KOK do 90° flexe. Operatér vytvoří incizi, mediálně od vnitřního okraje vazy, dlouhou 7 až 9 cm od dolního okraje patelly k horní hraně tibie – zde dojde k protnutí hluboké fascie a odkrytí patelly. Z ligamentum patellae se odebírá přibližně 1/3, tedy asi 1 cm z celkových 3 cm. Důležité je, aby se na obou koncích nacházeli kostní bločky dlouhé přibližně 25 mm, které projdou poté úpravou, aby mohli být napasovány do kostních tunelů. Nejprve je odebrána kostní část z tuberositas tibiae a poté ze spodního okraje patelly. Pokud nebude patellární část obsahovat pouze spodní část kosti, tak hrozí vznik patellární zlomeniny. Po odebrání štěpu operatér spojí mediální a laterální třetinu vazy, sešije hlubokou fascii a zajistí operační vstup. Do kostních bloček jsou navrtané vrty a přes ně se provleče K-drát, který zajistí tonizaci novovazu (Hayashi et al., 2017; Prodomos, 2018; Wilding et al., 2020).

### **2.8.1.2 Semitendinosus-gracilis**

Metoda STG našla v posledních pár letech vysoké zastoupení (Prodomos, 2018). Stejně jako u BTB, tak její název popisuje vzhled štěpu, kdy je z odběrového místa vypreparována šlacha musculus semitendinosus, popřípadě musculus gracilis.

Při zákroku je pacientovi nastaven KOK do 90° flexe. Operatér provede šikmý řez v délce 3 cm proximálně a mediálně od úponu pes anserinus, tedy asi 5 cm pod kloubní štěrbinou. V blízkosti prochází infrapatellární větev nervus saphenus a měla by být během zákroku zachována. Poté operatér provede řez fascii sartorius a tím odhalí ischiokruální svaly. Na distální část musculus semitendinosus se přiloží operační náčiní „stripper“, který slouží k vyjmutí štěpu. Při odebrání jsou stále zachována tibiální úpony šlach. Vyjmutá šlacha o délce 28 až 30 cm projde další úpravou, aby mohla být použita jako štěp pro novovaz. Šlacha zbavené nečistot a tukových buněk se dále překládá, nejčastěji čtyřikrát, nebo třikrát a sešije se na svých koncích. Sešitá šlacha je dlouhá 11 cm. Pokud dojde k situaci, kde není štěp musculus semitendinosus dostatečně dlouhý, tak se přeloží pouze dvakrát a dojde k odejmutí šlachy musculus gracilis, která se přišije k již odebranému štěpu. Před sešitím kontroluje operatér rovnoměrné napětí jednotlivých vláken a upravuje ho pomocí tonizační lavice. Na koncích štěpu se nachází K-drát, který poté zajistí adekvátní tonizaci (Handl et al., 2018; Prodomos, 2018).

### **2.8.1.3 Porovnání výhod a nevýhod štěpů**

Z obecného hlediska vykazuje BTB štěp větší rotační stabilitu z důvodu ponechání šlach ischiokruálních svalů. Pro jeho fixaci jsou postačující menší kostní tunely (Chen et al., 2019). Dále vykazuje snížené riziko revize, jelikož má menší laxitu, vyšší odolnost a větší průměr v porovnání se STG, ale zase vykazuje větší morbiditu z dárcovského místa (Chen et al., 2019; Soni et al., 2021). Díky kostním bločkům probíhá hojení BTB štěpu rychleji, než tomu je u STG, jelikož zde

neinteraguje měkká tkáň a kostní tkáň, ale pouze kostní tkáň s vloženou kostní tkání (Bourke et al., 2012; Mascarenhas et al., 2012). Avšak tento fakt ohledně hojení nedokázala meta-analýza a systematické přehledy potvrdit (Li et al., 2012; Magnussen et al., 2011; Xie et al., 2015).

Naopak STG štěp je označován za levnější variantu v rámci operační techniky i následné rehabilitace (Chen et al., 2019; Prodromos, 2018). Na rozdíl od BTB nesnižuje extenzi KOK v tak velké míře. Čtyřikrát přeložený STG štěp je zase nejpevnější variantou s nízkou morbiditou z odběrového místa (Jagadeesh et al., 2022; Prodromos, 2018). Při odběru štěpu existuje riziko poranění nervus saphenus a ztráty citlivosti (DeFazio et al., 2020). Na rozdíl od BTB štěpu je velice složité určit velikost před jeho odběrem, a nedostatečná délka STG štěpu vede k horším funkčním výsledkům zejména u sportujících jedinců (Jagadeesh et al., 2022). Nicméně STG štěp vykazuje nižší POO komplikace než BTB štěp (Handl et al., 2018; Piedade et al., 2017). Gupta et al. (2016) předpokládá, že zachováním tibiálních úponu, při odběru STG štěp, ponechá kvalitnější propriocepci a tím dojde k lepšímu POO výsledku. Dále uvádí, že ponecháním cév, které jsou přítomny u STG, se urychlí jeho hojení a tím se sníží riziko ruptury. Suydam et al. (2017) potvrdili návrat mechanických vlastností musculus semitendinosus půl roku od odběru štěpu – sval nadále dokáže přenášet svalovou sílu přes KOK. Značnou nevýhodou je odběr musculus gracilis, kdy pacienti vykazují významné snížení svalové síly do flexe a vnitřní rotace KOK.

Oba typy štěpu vykazují rok od operace podobné snížení síly extenze KOK, ale STG navíc vykazuje sníženou sílu do flexe KOK (Sinding et al., 2020). Někteří autoři nenacházejí rozdíly 2 roky po operaci v oblasti stability, funkčních očekáváních, opětovných ruptur, osteoartróz a kvalitě života. Ke stejnému názoru došel Chen et al. (2019), kdy po 5 letech neshledal žádné rozdíly v porovnání obou štěpů, pouze STG měl nižší riziko vzniku nespecifických bolestí KOK z přední strany, ale také nižší sílu do vnitřní rotace. Dále shledal, že typ štěpu neovlivní bolest a ROM KOK po 5 letech od operace. Dle Soni et al. (2021) neexistuje statistický významný rozdíl mezi BTB a STG štěpy v rámci Lysholmova skóre, Tegnerovy škály aktivity, obvodem stehna a rizikem osteoartrózy. BTB vykazuje větší hodnoty návratu ke sportu, ale pokud hodnotíme, kolik jedinců se vrátí na úroveň před operací, tak zde neshledáváme rozdíl, taktéž v hodnotách opakovaných ruptur (DeFazio et al., 2020).

### **2.8.2 Kostěné tunely**

Před vytvořením kostních tunelů operatér zkontroluje a dle uvážení upraví interkondylickou fossu na distálním femuru. Operatér nejprve vytvoří femorální či tibiální tunel. Spolehlivější je anteromediální přístup, kdy je zachován anatomické postavení PZV, při kterém se nejprve vytvoří femorální tunel. Druhá technika se nazývá transfemorální a spočívá v tom, že

je nejprve vytvořen tibiální tunel, přes který je následně vytvořen femorální, ale je rizikový v tom, že femorální úpon nemusí anatomicky korelovat s nativním PZV. Burnham et al. (2017) upozorňuje na fakt, že 80 % neúspěšných operací PZV nemělo ideální pozici femorálního tunelu. Meta-analýza od Li et al. (2021) potvrzuje, že anteriomediální přístup je lepší technikou v porovnání s transtibiální formací tunelu. Jelikož se opouští od transtibiální techniky (Burnham et al., 2017; Prodromos, 2018), tak bude v následující pasáži popsána pouze anteromediální technika.

Inserce artroskopického aparátu z laterálního přístupu do KOK pacienta napomáhá k adekvátnímu zacílení anteromediálního portálu v takovém úhlu, ve kterém bude možno kontrolovat struktury KOK a intrakondylický zářez. Vstup je více inferomediálně, asi 1 cm nad tibiálním pláto a těsně vedle patelárního vazy, na rozdíl od typických vstupů artroskopu. Operatér odstraní nativní úpony PZV. Po ozřejmění zadní části interkondylické fossy je přiložen femorální cílič přes anteromediální vstup. Operatér flektuje pacientovo KOK do 120° a dále se orientuje podle ciferníku hodin, kdy střed tunelu je pro pravou DK 10 hodin a pro levou DK 2 hodiny. Vodícím drátem je provrtán laterální kondyl femuru, přičemž by v této poloze měl být vrták vyrovnán rovnoběžně s tibiálním plató a tím dojde k zabránění zlomenin. Pokud je operatér přesvědčen o správné poloze vodícího drátu, tak rozšíří tunely podle požadovaného průměru, dle vazy, a délky 30 mm pro BTB a 35 mm pro STG. Pokud je využit BTB štěp, tak musí být intraartikulární vstup femorálního tunelu rozšířen pro kostní bločky. Posléze odstraní operatér nečistoty, které vznikly vyvrtáním tunelu (Burnham et al., 2017; Nikose et al., 2021; Prodromos, 2018; Shamah et al., 2017).

Tibiální tunel se vrtá v 90° flexi KOK. Vstupní bod pro artroskop se nachází blízko ligamentum collaterale mediale a jeho střed se v intraartikulárním prostoru nachází mediálně od interkondylické oblasti v linii, která spojuje vnitřní okraj předního rohu laterálního menisku a tuberculum intercondylare mediale. Zavedením tibiálního cíliče v 60° vzhledem k tibiálnímu plató dojde ke kontrole a v případě, kdy nedochází k impingementu, je tunel vyvrtán. S KOK nastaveným do hyperextenze a dorzálním posunem tibie vůči femuru potvrdí operatér, že střed tunelu je minimálně 5 mm dorzálně od vrcholu interkondylické fossy z důvodu, aby nedošlo k impingementu štěpu. Operatér znovu odstraní všechny nečistoty nacházející se v KOK (Burnham et al., 2017; Nikose et al., 2021; Prodromos, 2018; Shamah et al., 2017).

Posléze je pomocí K drátu štěp vpraven do kostních tunelů. V některých případech je nutné provádět pohyby do flexe a extenze KOK aby došlo k vpravení štěpu do tunelů. Rotací kostních bloček BTB štěpu ve femorálním tunelu může operatér dosáhnout napodobením AM a PL svazků. Pokud je operatér spokojen s zacílením štěpu, tak použije fixační šrouby. Nakonec operatér zkontroluje ROM, možný impingement, anteriorní posun tibie vůči femuru

a artroskopicky posoudí napětí a pozici štěpu (Burnham et al., 2017; Nikose et al., 2021; Prodromos, 2018; Shamah et al., 2017).

## **2.9 Rehabilitace během poranění předního zkříženého vazů**

### **2.9.1 Struktura rehabilitačního programu**

Pro každého jedince by měla být sestavena rehabilitace přesně dle jeho potřeb a možností, nicméně jakési rozdělení na základní fáze dle kritérií je na místě. Po stanovení diagnózy lékařem rozdělujeme samotnou rehabilitaci na dvě části – PRE a POO. Předoperační fyzioterapie (PREF) končí dnem operace a na ní navazuje pooperační fyzioterapie (POOF), která se dále dělí na časnou POO fázi, pozdní POO fázi, pokročilou POO fázi a fázi návratu ke sportu. Dále jí můžeme rozdělit na dvě části, kdy probíhá rehabilitace novovazu a dárcovského místa. Celý rehabilitační program je nejen ovlivněn operačním výkonem a samotným terapeutem, ale také pacientem, jeho motivací, předešlou pohybovou zkušeností, jeho hojivými procesy a sociálními faktory (Dobeš in Kolář, 2020; Prodromos, 2018).

### **2.9.2 Význam gnostických funkcí a propriocepce**

Změna motorické kontroly provází jedince, kteří utrpěli poranění PZV. K těmto změnám dochází kvůli poškození mechanoreceptorů, jelikož dle Bicera et al. (2010) má PZV 1 % své tkáně tvořené nervovým systémem. Senzitivní informace hraje kritickou roli v kontrole motoriky (Bonfim et al., 2009; Dhillon et al., 2011). Propriocepce je důležitou komponentou neuromuskulární výkonu. Existuje pozitivní korelace mezi mechanoreceptory a proprioceptivními vjemy ve vláknech PZV – jejich zvýšená aktivita zvyšuje kvalitu propriocepce a také samotnou funkci KOK (Dhillon et al., 2011; Furlanetto et al., 2016; Ma et al., 2021; Nagai et al., 2018; Relph et al., 2014).

Bezkontaktní poranění lze přičíst chybě senzomotorické predikce, která má za následek špatnou nervosvalovou kontrolu. Mezi očividné poruchy při zranění PZV se řadí ztráta propriocepce a porucha kontroly balance. Poranění naruší motorické rozhodování a tyto nevyřešené proprioceptivní deficity přispívají ke špatné posturální stabilitě a změně kontroly DKK a mohou vést k opětovnému poškození novovazu (Chaput et al., 2022; Dhillon et al., 2011; Ghaderi et al., 2020; Nagai et al., 2018; Relph et al., 2014; Suner et al., 2021).

Hodnocení propriocepce může být zkontrolováno jak OKC tak v CKC, nicméně pro DKK je přirozenější CKC. Pozice, kde je DK zatížena, vykazují větší reakce kloubu a ko-kontrakce svalu během aktivity v porovnání s pozicemi, kde DK zatížena není. Prokázáno je větší zapojení

nervových zakončení, šlachový tělísek a přesnější určení polohocitu. Můžeme tedy dospět k názoru, že dojde k výraznému zkvalitnění motorické kontroly. Studie mluví ve prospěch využití ortéz pro zlepšení propiocepce KOK. Na kvalitu propiocepce a kontroly stoje se úspěšně také jeví podpora senzorní informace například pomocí infrapatellární pásky (Bonfim et al., 2009; Furlanetto et al., 2016; Suner et al., 2021). Nehledě na to, že propioceptivní ortéza dokáže signifikantně ovlivnit dynamiku KOK a subjektivně dokáže ulehčit provádění cílených úkonů (Hanzlíková et al., 2019). Dle Furlanetto et al. (2016) nebyly nalezeny žádné změny v propiocepci a posturální kontrole po poranění PZV, ale změny se nacházeli v motorické kontrole, které ovlivnili funkčnost KOK. Meta-analýza a systematický přehled od Ma et al. (2021) potvrzují, že propioceptivní trénink signifikantně zlepšuje vlastní propiocepci a funkci KOK po rekonstrukci PZV. Je žádoucí využívat balanční cvičení jako preventivní opatření. Kaya et al. (2019) potvrzují pozitivní vliv neuromuskulárního tréninku po poranění PZV na dlouhodobé zvýšení kvality propiocepce. Nebylo zcela jasné, zda je možné nekvalitní propiocepci ovlivnit i roky po rekonstrukci u pacientů, kteří se již navrátili ke sportu. Ghaderi et al. (2020) potvrdili, že neuromuskulární trénink má pozitivní vliv na kvalitu propiocepce i po čase od rekonstrukce PZV.

Pro zajištění kvalitní propioceptivní informace tedy využíváme převážně cvičení v CKC s tím, že vybrané pozice mohou vycházet z vývojových pozic motorické ontogeneze, jelikož koncepty, které jsou založeny na vývojových poznacích právě těží ve velké míře ze zajištění kvalitní propiocepce. Navíc kvalitní pohybový stereotyp a pohybový program jsou ukazatelem motorické vyspělosti.

Obecně během poranění PZV je pozornost jedince fixována na vnější faktor prostředí, jako je například balón nebo jiný hráč. Externí zraková pozornost v době poranění PZV naznačuje, že vizuálně zprostředkovaná kognice může ovlivnit riziko poranění nervosvalovou kontrolou. Monfort et al. (2019) potvrdili na zdravích jedincích, jak snížená vizuální kognice způsobuje vyšší valgózní uhly KOK během vedení míče. Někteří autoři se domnívají, že muskuloskeletální poranění mohou zvýrazňovat zrakově kognitivní deficity. Chyba senzomotorické predikce nastávají v prvních 100 ms po prvotním kontaktu DK s podložkou (Koga et al., 2010). Předběžné výsledky výzkumu potvrzují efekt zrakové kognice jako kompenzačního mechanismu k udržení dynamické stability po poranění PZV (Chaput et al., 2022).

### **2.9.3 Předoperační fyzioterapie**

Kolem roku 1980 Noyes et al. (in Srinivasalu et al., 2022) jako první naznačil potenciál PREF před rekonstrukcí PZV. Kotsifaki et al. (2023) ve svém článku popisují doporučené postupy

rehabilitace po operaci PZV. K doporučeným postupům zde řadí PREF, jejíž význam shledávají v možném zvýšení svalové síly MQF, zvýšení ROM a snížení doby návratu ke sportu. Doporučují minimálně jednu návštěvu, která zajistí adekvátní aktivaci svalu, ošetření flekční kontraktury a zajistí edukaci ohledně POO péče a struktury rehabilitačního plánu. Avšak prediktivní faktory PREF na výsledek po operaci PZV nebyly detailně studovány (Månsson et al., 2013). Akutní poranění PZV způsobí ve většině případu hemartrózu, která společně se zánětlivou reakcí sníží ROM kloubu a přispěje ke snížení svalové síly MQF. Takový jedinci mají při chůzi semiflekční držení KOK. Proto PREF vyžaduje navrácení ROM KOK a snahu docílit co nejmenšího otoku kloubu. Stejně tak vyžaduje mentální přípravu pacienta na zákrok a jeho následnou rehabilitaci (Prodromos, 2018).

Kowaltchuk et al. (2009) popisuje, že horší výsledky po operaci PZV mají jedinci, kteří jsou obézní, kouří a mají těžkou chondrózu KOK. Dle Dunn et al. (2010) je to z toho důvodu, že takový jedinci nejsou dostatečně pohybově aktivní (Månsson et al., 2013). Jedinci s vyšším skóre v Tegner activity scale vykazují lepší výsledky po operaci – pravděpodobně z důvodu vyšší fyzické aktivity a větší odhodlanosti navrátit se na předešlou sportovní úroveň (Månsson et al., 2013). Ale pouze 55 % jedinců se dokáže navrátit na úroveň před zraněním (Mouton et al., 2022). Dle Grindem et al. (2015) vykazují jedinci po PREF zvýšenou sílu MQF a lepší funkce KOK již po operaci a dokonce až 2 roky po ní v porovnání s jedinci, co PREF neprodělali – stejného názoru je také Failla et al. (2016), který došel ke stejnému závěru.

Chirurgická péče navrátí ligamentózní funkci PZV, nicméně samotná rekonstrukce nenavrátí kloubu jeho funkci. Hlavní dysfunkcí je dynamická instabilita a snížená síla MQF. Nedostatečná aktivita a atrofie jsou typickými příznaky deficitu MQF a mohou přetrvávat roky po operaci (Lisee et al., 2019; Norte et al., 2018). Přestože je atrofie očekávána (Kim et al., 2022), tak dle Lepley & Palmieri-Smith (2016) přetrvává atrofie až 2 roky po operaci. Uvádí se, že asymetrie jejich troficity je v rozmezí mezi 6 až 10 % (Eitzen et al., 2009). Asymetrie větší než 20 % vyazuje horší funkčnost kloubu po dvou letech (Eitzen et al., 2009; van Melick et al., 2016). Po pěti letech od operace dosahuje asymetrie stále 6 až 10 % (Kim et al., 2022). Pokud bude využit autoštěp z kontralaterálního MQF, tak je důležité dle Shelbourne & Gray (in Prodromos, 2018), že nebude rozdíl síly DKK větší než 25 %. Pokud však je využit ipsilaterální autoštěp, tak rozdíl síly může být větší než 25 %, ale je důležité, aby měl pacient dostatečně dobrou neuromuskulární kontrolu. Eitzen et al. (2009) potvrdili, že síla MQF má signifikantní vliv na funkční vlastnosti kolene, jako bolest, otok, stabilitu, kvalitu chůze, běh a poskoky dle Cincinnati Knee score. Dále Lepley & Palmieri-Smith (2016) uvádí, že samotná kvalita aktivace MQF předoperačně (PRE) nemá vliv na jeho sílu POO. Nicméně se shodují, že kvalita aktivace a jeho síly PRE ovlivní tyto dva stavy POO, na čemž se shodují i další autoři (Hasegawa et al., 2023; Kim

et al., 2022). Jednou z esenciálních komponent je tedy návrat aktivity a síly MQF. Hart et al. (2010) ve svém systematickém přehledu uvádějí, že je porucha aktivity MQF často bilaterální i přes fakt, že je pouze poraněna jedna DK. Autoři připisují sníženou funkci MQF svalové slabosti (Hart et al. 2010), ale někteří se domnívají (Hopkins & Christopher in Lepley & Pailmer-Smith, 2016; Norte et al., 2018), že se jedná o přírodní odpověď, která slouží k tomu, aby nedošlo k dalšímu poranění. Avšak tato svalová odpověď zabraňuje docílení úspěšné rehabilitace (Rice & McNair, 2010). Přetrvávající snížená síla MQF je spojována se sníženou fyzickou funkcí, kvalitou života a zvyšuje riziko opětovného poranění (Lepley & Pailmer-Smith, 2016; Scherer et al., 2016). Návrat svalové síly MQF je tedy důležitým aspektem úspěšné rehabilitace a takový jedinci poté vykazují lepší výsledky, a mají vyšší pravděpodobnost návratu na stejnou úroveň sportu, jak před poraněním (Ebert et al., 2018; Failla et al., 2016; Garrison et al., 2019; Grindem et al., 2015; Kyritsis et al., 2016; Risberg et al., 2016; Sousa et al., 2016; Zwolski et al., 2015). Navíc je snížená síla MQF kontributorem pro předčasnou osteoartrózu (Scherer et al., 2016; Tourville et al., 2014).

Snížený ROM KOK po operaci PZV se jeví jako další komplikace a jedná se o každodenní limit (Kowaltchuk et al., 2009; Srinivasalu et al., 2022). Dle Quelard et al. (2010), je hlavním důvodem této POO komplikace snížený ROM PRE, který není do dne operace vyřešen. Největší risk je u těch jedinců, kteří podstoupí operaci do 45 dnů od zranění a mají omezený ROM. Snížený POO ROM postihuje 7 až 26 % jedinců (Querlard et al., 2010). Kowaltchuk et al. (2009) uvádí, že omezený ROM dokáže dále omezovat schopnost vykonat kleknutí či dřep. Reddy et al. (2020) popisuje, že jedinci, kteří podstoupili PREF měli v prvních 3 až 6 týdnech signifikantně vyšší ROM KOK v porovnání s jedinci, kteří jí nepodstoupili, ale v rozmezí od 3 do 6 měsíců již nebyl žádný rozdíl. Tento nálezný také popsal Shaarani et al. (2013), a potvrzuje ho Srinivasalu et al. (2022) společně s Cunha & Solomon (2022), podle nějž dojde k rychlejšímu obnovení ROM u jedinců, kteří PREF podstoupili. Palmieri-Smith & Lepley (2015) zjistili, že po poranění PZV souvisí síla MQF s ROM KOK – jedinci, kteří mají symetrickou sílu vykazují vyšší stupně ROM poraněného KOK.

Shelbourne & Gray (in Prodromos, 2018) uvádí, že ke kondičnímu a silovému tréninku PRE může dojít až v moment, kdy není přítomný patologický stereotyp chůze, není snížen ROM KOK, je přítomný minimální otok kloubu a dostatečná neuromuskulární kontrola DK při pohybu. Pokud tedy dosáhneme cílů jako je snížení bolesti a velikosti otoku, obnovení ROM a stereotypu chůze můžeme postupně začít s posilovacími cvičeními. Na operačním sále bude tedy jedinec s funkčním KOK, ale „jen“ bez PZV.

Zdůvodnění PREF je takové, že POO funkce kloubu bude lepší, pokud bude jeho PRE funkce ideální. Pro co nejlepší výsledky je doporučována 90 % svalová síla poraněné nohy v porovnání



s neporaněnou. Taktéž by měl pacient zvládnout poskoky na poraněné noze. Cunha & Solomon (2022) potvrzují, že PREF v rozmezí 4-6 týdnů před operací zvýší svalovou sílu, zvýší ROM a zvýší pravděpodobnost návratu ke sportu. Grindem et al. (2015) uvádí, že jedinci, kteří PREF prodělali mají lepší výsledky, zejména v „Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score“, v porovnání s jedinci, kteří prošli obvyklou péčí. Systematický přehled Yalfani et al. (2021) prokázal, že PRE aspekty se projevují do POO stavu a předpokládá, že dokáže snížit riziko opětovného poranění. Otázkou však zůstává, zda je možné urychlit návrat ke sportu. Giesche et al., (2020) ve své systematickém přehledu potvrzuje lepší funkční výsledky a vyšší pravděpodobnost návratu ke sportu, ale jako největší význam jeho práce vidí v tom, že PREF dokáže odhalit, kteří jedinci mohou být vyřazeni z operativní léčby a stejně tak se ke sportu navrátit. PREF před operací PZV může tedy nejen snížit pacientovi komplikace, ale také zvýšit efektivitu pacientova přístupu k rehabilitaci a zajistit rentabilní péči (Månsson et al., 2013; Grindem et al., 2015). Risberg et al. (2016) uvádí, že je nutné změnit přístup u jedinců, kteří prodělali rekonstrukci PZV a přenést do klinické praxe PREF s vytvořeným nových protokolů.

#### **2.9.4 Pooperační fyzioterapie**

Obrovská heterogenita procedur a přístupů se nachází v rehabilitačních protokolech po operaci PZV. Prvotní protokoly respektovaly biologické procesy hojení štěpu, ale od tohoto postupu se upustilo, a dnes převládají programy založeny na kritériích, mezi které se například řadí ROM nebo velikost otoku. Výhodou nových programů je to, že urychlují jedincův návrat a berou v potaz subjektivní a objektivní kritéria pacienta, ale stále využívají znalosti biologického hojení (Eckenrode et al., 2017). Limitací většiny protokolů a vůbec rehabilitace je brzký konec a tím neprovází pacienta až do konečné fáze rehabilitace, v tomto případě k návratu ke sportu. Nové systematické přehledy se shodují na pozitivních efektech akcelerované rehabilitace, kdy je operovaný KOK dříve zatěžován, a jsou využity metody silového a neuromuskulárního tréninku (Andrade et al., 2020; Badawy et al., 2022). Pokud však hodnotíme objektivní a subjektivní funkci operovaného KOK, laxicitu a sílu, tak 32 týdenní rehabilitační program není o nic lepší než jen 19 týdenní (Gupta et al., 2017; Kotsifaki et al., 2023). Tyto aspekty taky nejsou rozdílné, pokud rehabilitace probíhá bez dozoru fyzioterapeuta, tedy formou autoterapie (Kotsifaki et al., 2023; Lim et al., 2019). Cílem rehabilitace po operaci PZV je docílit plné funkčnosti, plného ROM a dostatečné síly končetiny. Přitom se deficit v ROM řadí společně s artrofibrozou mezi nejčastější POO komplikace (Prodromos, 2018).

#### **2.9.4.1 Časná pooperační fáze**

Časná POO fáze je provázena bolestí a otokem KOK, což nejen limituje funkci kloubu, ale také průběh rehabilitace. Cílem této fáze je redukce POO fenoménů s postupným zvyšováním ROM KOK a zajištění dostatečné aktivity MQF. Nejlépe do konce této fáze, tedy 2 týdnů, by mělo být dosaženo plná extenze KOK, ale v některých případech je pohyb limitován náplní kloubu (Dobeš in Kolář, 2020; Jenkins et al., 2022). Nedocílení plné extenze má dlouhodobě negativní vliv na KOK zejména během chůze, ale také roste riziko artrofibrózy (Prodromos, 2018). Návrat ROM flexe je o poznání delší než pohybu do extenze. Plné flexe je docíleno zhruba po 6 týdnech. Flexe 90° je zajištěna do konce prvního až druhého týdne (Jenkins et al., 2022). Během rehabilitace upřednostňujeme aktivní pohyb nad pasivním. Stejně tak není doporučována imobilizaci kloubu (Eckenrode et al., 2017). Pacient odkládá berle v moment, kdy docílí plné extenze (Cavanaugh & Powers, 2017), pokud je však krok výrazně antalgický, tak je doporučujeme stále využívat (Dobeš in Kolář, 2020). V prvních dnech nachází hojně využití kryoterapie, elektromyostimulace, mobilizace kloubu a cvičení v CKC v bezbolestném rozsahu (Dobeš in Kolář, 2020; Jenkins et al., 2022). Nové studie popírají rizikové domněnky o možném poranění PZV při využití OKC v brzké fázi POO rehabilitace (Forelli et al., 2023; Jenkins et al., 2022; Perriman et al., 2018; Wang et al., 2023; Wilk et al., 2021). Kryoterapie se považuje za účinný mechanismus snižování bolestí, která současně s kompresí může signifikantně zmenšit bolestivost KOK POO (Mendes et al., 2022; Yang et al., 2023). Navíc aplikace ledu dokáže zvýšit izometrickou sílu MQF v časně POO fázi (Loro et al., 2019).

#### **2.9.4.2 Pozdní pooperační fáze**

Od 3 týdne začíná pozdní POO fáze, která končí 5 týdnem. V tomto období probíhá postupné zvětšování ROM KOK do flexe. Po docílení 100-110° flexe KOK je doporučováno začít využívat stacionární ergometr – parametry jsou nastavovány od minimální zátěže s postupným zvyšováním dle reakcí měkkých tkání a fyzické kondice pacienta. Postupuje se v cvičení v CKC s využitím náročnějších pozic (Cavanaugh & Powers, 2017; Dobeš in Kolář, 2020; Jenkins et al., 2022), ale musíme respektovat hojení štěpu, kdy dochází k jeho revaskularizaci a štěp je velice fragilní. Velká část pacientů pociťuje kvalitní stabilitu a větší svalovou sílu a často přeženou své možnosti. Hojně jsou využívány techniky měkkých tkání již také na oblast jizvy. Pokud je zevní kryt tkáně dostatečně zahojen, tak je indikována hydroterapie. Je očekáváno, že otok KOK bude nyní minimální a stereotyp chůze nebude nijak výrazně alternován (Cavanaugh & Powers, 2017; Dobeš in Kolář, 2020; Prodromos, 2018).

### **2.9.4.3 Pokročilá pooperační fáze**

V této fázi by se měl ROM KOK do flexe blížit svému maximum (Cavanaugh & Powers, 2017). Tato fáze nemá žádné výhradní specifika, ale pokračuje se v silových a neuromuskulárních cvičení, která zajistí stabilitu operovaného KOK. Klademe důraz na rozvíjení kvality propiocepce, jelikož dojde k jejímu snížení POO což potvrzuje meta-analýza dle Kim et al. (2017) a systematický přehled od Fleming et al. (2022). Pro ztížení se využívají nestabilní podložky (Cavanaugh & Powers, 2017; Dobeš in Kolář, 2020). Doporučujeme již zařazovat cvičení OKC. Nové studie sice potvrzují neškodnost OKC na integritu vazy již v brzkých stádiích rehabilitace (Forelli et al., 2023; Perriman et al., 2018), tak dle Wilk et al. (2021) by neměli být využity v plném ROM do 6 až 9 měsíce POO. Wang et al. (2023) potvrzují, že OKC se zátěží patří mezi bezpečné techniky, pokud není proveden pohyb v ROM 0-30° flexe KOK. Také uvádí, že OKC bez zátěže jsou bezpečné v celém ROM. Na konci fáze je možné začít s běháním na měkkém povrchu, ale je důležité neprovádět změny směru a akceleraci (Buckthorpe et al., 2020; Dobeš in Kolář, 2020).

Úspěšnost rekonstrukce PZV závisí na mechanické a neuromuskulární stabilitě KOK. Jedinci s poraněním PZV mají méně mechanoreceptorů, což ovlivní kvalitu somatosenzorických vstupů do centrální nervové soustavy. Propriocepce zahrnuje aferentní a eferentní cesty somatosenzorického systému, které kontrolují reflexy a tonus měkkých tkání. Eferentní vlákna pronikají do struktur PZV a tvoří celkově 1 % jeho objemu. Nervová vřeténka jsou nejdůležitějšími receptory KOK (Arumugam et al., 2021; Bicer et al., 2010; Kaya et al., 2018). Kapreli & Athanasopoulos (2006) se domnívá, že poranění PZV není ve své podstatě poranění muskuloskeletální, ale neurofyziologické, díky rozšířenému somatosenzorického systému vazy. Pravděpodobně kvalita propiocepce udává, zda bude pacient zařazen mezi jedince, kteří nepotřebují operaci – tedy „copers“. Za sníženou propiocepcí může stát i reparativní zánět s cíleným poškozením struktur KOK. Proximální nervová zakončení jsou aktivovány, když dojde k deformaci PZV, což ovlivní motorickou aktivitu okolních svalů. Předpokládá se, že deficit propiocepce ovlivní sportovní aktivitu, stabilitu, sílu MQF a zvýší riziko opětovného poranění (Kaya et al., 2018). Vyšší riziko poranění PZV u žen je pravděpodobně z důvodu nižší kvality neuromuskulární kontroly (Hewett et al., 2007; Prodromos, 2018). Denti et al. (1994) potvrdil, že zastoupení mechanoreceptorů začne signifikantně klesat 3 měsíce od poranění – biopsií prokázal, že po roce se v PZV vyskytuje pouze pár těchto receptorů. Typ operace a štěpu neovlivní ztrátu propiocepce POO (Reider et al., 2003; Yosmaoglu, 2011). Zranění a operace však vedou ke ztrátě propiocepce (Kim et al., 2017; Relph et al., 2014). Cooper et al. (2007) se zabýval jaký vliv mají propioceptivní a balanční aktivity na KOK po rekonstrukci PZV. Došel k názoru, že tyto aktivity nejen zajistí lepší povědomí o poloze kloubu, ale také dále zvýší svalovou sílu DK a funkčnost KOK. Hodnocení pouze propioceptivních cvičení popsal Ordahan

et al. (2015), který zjistil, že takové aktivity sníží bolest, zvýší funkčnost a propriocepci KOK po 6 měsících od rekonstrukce PZV. Cho et al. (2013) zase prokázal, že využití CKC má signifikantní vliv na kvalitu propriocepce a na funkčnost KOK po operaci PZV.

#### **2.9.4.4 Fáze návratu ke sportu**

Ve většině případů se navrátí jedinec ke sportu až po roce od operace. Ke své výkonnosti úrovni se navrátí méně než 50 % jedinců (Gokeler et al., 2022; Joreitz et al., 2020; Saki et al., 2023). Někdy je otázka návratu dosti složitá, jelikož musí toto doporučení respektovat aspekty chronobiologické, klinické, funkční a psychologické. Štěp musí být intaktní a připraven na vysoké zátěže společně s vysokou funkčností KOK a dostatečně silným okolním svalových aparátem a psychologickou připraveností pacienta ke sportu. Některé studie nedoporučují návrat ke sportu dříve než po 2 letech od operace, jelikož deficit ve funkčnosti KOK může přetrvávat až v řádu pár let. V dosti případech je popisována kinesiofobie až zveličování bolesti. Obava některých jedinců je tak velká, že se nedokážou dostat na předešlou úroveň sportovní zátěže (Andrade et al., 2020; Dobeš in Kolář, 2020; Prodromos, 2018).

Systematický přehled od Andrade et al. (2020) vyzdvihuje protokoly „American Physical Therapy Association“, „Multicenter Orthopaedic Outcomes Network“ a „Royal Dutch Society for Physical Therapy“ jako kritérium návratu ke sportu. Požadavky jsou víceméně shodné a doporučují nulový diskomfort během každodenních činností, ale také během zátěže jako je běh či skákání, nesmí být přítomná nestabilita a podlamování KOK, dostatečná síla změřena pomocí izokinetických testů nebo poměr mezi ischiokruálními svaly a MQF, a v poslední řadě dostatečně vysoké skóre v dotaznících zaměřující se na funkci KOK – „Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score“ nebo „International Knee Documentation Committee“. Doporučuje se, aby na dynamometrickém vyšetření byla symetrie mezi ischiokruálními svaly a MQF větší jak 80 % (Badawy et al., 2022; Gokeler et al., 2022; Joreitz et al., 2020). Nesmíme ani opomenout plný ROM i když je předpokládáno, že v této fázi již není omezen.

Stále však existuje veliké riziko opětovného poranění PZV – až 30 % jedinců toto poranění zažije podruhé (Gokeler et al., 2022; Joreitz et al., 2020; Saki et al., 2023). Jeden z pravděpodobných mechanismů poranění je nízká kvalita SST, jelikož se předpokládá, že takový jedinci mají horší pohybové vzory a nižší kontrolu nad svým pohybem (Cinar et al., 2015; Saki et al., 2023). Dle Jeong et al. (2021) je úhel valgózního postavení KOK ovlivněn silou SST, kdy nižší zapojení SST vede k větším valgózním úhlům. Také uvádí, že SST ovlivňuje poměr aktivace mezi ischiokruálními svaly a MQF, ale také mezi vastus medialis a vastus lateralis, což může mít za příčinu větší stabilitu. Kvalita SST má vliv na ROM a bolestivost KOK po operaci PZV (Priyanka et al., 2017). Kvalita chůze a stability je větší u těch jedinců, kteří mají kvalitnější SST dle Jinglong &

Xuhua (2019). Je dokázáno, že kvalita SST slouží jako preventivní faktor, ale také důležitý faktor k návratu ke sportu, proto se doporučuje využívat již v brzkých fázích hned po zranění, tedy v PREF (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2022; McGill, 2010).

## **3 CÍLE**

### **3.1 Hlavní cíl**

Cílem diplomové práce je ověřit efektivitu předoperační fyzioterapie na funkčnost KOK, rozsah pohybu, troficitu stehna, otok KOK a bolestivost po operaci předního zkříženého vazů

### **3.2 Hypotézy**

- H1. Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému zlepšení funkčního stavu kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.
- H2. Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému zvětšení rozsahu pohybu kolenního kloubu do flexe a extenze v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.
- H3. Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému nárůstu troficity stehna v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.
- H4. Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému snížení otoku kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.
- H5. Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému snížení bolestivosti kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

## **4 METODIKA**

Studie byla provedena formou kvantitativního výzkumu se statistickým zpracováním dat. Jedná se o kvazi-experimentální randomizovanou studii. Řešitel vytvořil elektronickou anketu, která byla poskytnuta jedincům po artroskopické operaci PZV. Dále řešitel vybral a náhodně rozdělil probandy do standardní a PREF skupiny, u kterých provedl vstupní vyšetření na které navazovalo 8 třicetiminutových terapeutických jednotek, kdy po jejich ukončení navazovalo výstupní vyšetření.

### **4.1 Výzkumný soubor**

Do výzkumného souboru bylo zahrnuto dohromady 122 probandů z toho bylo 14 vyloučeno. Jako kritérium pro vyloučení ze statistického zpracování je nedosáhnutí plnoletosti, již dřívější poranění KOK či neproděláná artroskopická operace PZV. Výzkumný vzorek tvořilo 65 mužů a 43 žen v rozmezí 18 až 73 let. Druhé části výzkumu se již dále nezúčastnilo dalších 13 probandů, kteří svou účast ukončili. Z celkového počtu podstoupilo 16 probandů vyšetření a rehabilitační procedury na pracovišti DJK fyzio s. r. o. v Ostravě. Výzkum probíhal v období září 2023 až únor 2024.

Všichni probandi byli indikováni k artroskopické operaci PZV s následným podstoupením rehabilitačních procedur. Část z nich byla náhodně vybraná k PREF před samotným zákrokem. U probandů byla provedena artroskopická operace PZV, z toho u 83 metodou STG, u 11 metodou BTB a u 1 metodou aloštěpu. Poraněný KOK byl z 70,53 % na pravé straně. Kritérium k zařazení do studie bylo poranění PZV s následnou artroskopickou operací bez dalších přidružených poranění či předešlých zranění KOK a každý z účastníku výzkumu musel odpovědět na sestavenou elektronickou anketu.

Probandi podstupující terapii v DJK fyzio s. r. o. byli náhodně rozděleni do skupiny PREF a skupiny standardní. Skupina PREF obsahovala probandy s rozmezím od 22 do 49 let v průměru 29,63 let a tvořilo jí 4 muži a 4 ženy. Ve standardní skupině bylo věkové rozmezí 19 do 45 let v průměru 28,63 let a tvořilo jí 4 muži a 4 ženy. Každý z probandů musel podstoupit všechny části rehabilitace v prostorách DJK fyzio s. r. o. jako kritérium pro zařazení do výzkumu. Žádný z probandů neměl další závažné onemocnění pohybového nebo nervového systému.

### **4.2 Informovanost účastníků výzkumu**

Každý z účastníku byl při prvním kontaktu seznámen s průběhem všech částí výzkumného projektu a seznámen s faktem, že je jejich účast dobrovolná. Účastníkům, kteří podstoupili

vyšetření byl předložen informovaný souhlas o účasti ve studii (Příloha 1), který podepsali a tentýž informovaný souhlas byl schválen Etickou komisí FTK UP (Příloha 2).

### **4.3 Metody sběru dat**

Sběr dat byl zajištěn dvěma způsoby a to pomocí elektronické ankety a vyšetřením na začátku a konci rehabilitačního programu.

#### **4.3.1 Metodika vyšetření**

Vyšetření probíhalo v individuální formě, při kterém byli probandi informováni, že mohou kdykoliv z výzkumu vystoupit. První setkání zahrnovalo odběr amnestických údajů a informací ohledně mechanismu poranění. Pro vstupní a výstupní vyšetření následovalo zhodnocení antropometrické, goniometrické, vyplnění vizuální analogové škály a Lysholmovy škály aktivity při vstupním vyšetření a během výstupního vyšetření vyplnění elektronické ankety.

##### **4.3.1.1 Antropometrické vyšetření**

Vyšetření probíhalo standardizovanou metodou pomocí krejčovského metru s porovnáním obvodu s druhostrannou DK. Během vyšetření byly použity dvě metody pro sběr dat – obvod stehna 10 cm nad horním okrajem patelly a obvod přes střed patelly (Riegerová et al., 2006). Každé měření proběhlo 2x a výsledek byl poté zprůměrován. Proband byl instruován, aby během vyšetření měl plně relaxované DKK.

Přestože je měření ovlivněno velkým množstvím proměnných, tak obvod stehna se jako orientační měřítko nárůstu svalové hmoty může využít. Jedná se o neinvazivní způsob zjištění troficity stehna DK. Obvod přes střed patelly slouží k evaluaci náplně KOK.

##### **4.3.1.2 Goniometrické vyšetření**

Vyšetření probíhalo pomocí standardizované metody pomocí dvouramenného goniometru se zápisem SFTR s porovnáním ROM na druhostranné DK. Měření ROM bylo provedeno formou aktivního i pasivního pohybu v KOK (Janda & Pavlů, 1993). Každé měření proběhlo 2x a výsledek byl poté zprůměrován. Proband byl instruován, aby během vyšetření měl plně relaxované DKK.

##### **4.3.1.3 Vizuální analogová škála**

Vizuální analogová škála (Příloha 3) slouží pro měření nehmotných veličin. Vytvořena byla v roce 1920 a její využití přesahuje více měřitelných hodnot, než je právě nejznámější veličina ve zdravotnictví a tou je bolest. V tomto případě byla využita k měření bolesti a byla vytvořena jako



škála, která obsahovala hodnoty 0 až 10. Na levém konci se nacházelo číslo 0 u níž byl text „bez bolesti“. Na konci pravém se nacházelo číslo 10 s textem „největší představitelná bolest“. Na stupnici mezi minimem a maximem se nacházeli další čísla, která se přibližovala k jednomu z odpovídajících konců (Heller et al., 2016).

### **4.3.2 Elektronická anketa**

Elektronická anketa byla zaslána všem účastníkům výzkumu, kteří souhlasili s účastí. Elektronická anketa se nacházela na aplikaci Google Forms. Sestavená byla podle časového intervalu na PRE (Příloha 4 až 10) a POO část (Příloha 11 až 17). Téměř obě části byly identické, aby mohlo dojít k jejich komparaci a obě obsahovali otázky z Lysholmovy škály aktivity. V obou případech byly pokládány otázky ohledně věku, pohlaví, dřívějších poranění kolenního kloubu, jaká strana byla momentálně poškozena a zda prodělali PREF. První část dále obsahovala otázky ohledně doby, kdy dojde k operaci od poranění a zda respondent prodělal PREF, tak zde byly položeny otázky ohledně procedur, které během této části rehabilitace podstoupil a zda došlo k zlepšení funkce KOK v rámci bolesti, stability, otoku, rozsahu pohybu a chůze. POO část obsahovala další otázky ohledně data podstoupení operace, typu štěpu, doby kdy bylo dosaženo plné extenze a flexe a sportovní aktivity vycházející z Tegnerovy škály aktivity. Všechny sdělené údaje byly naprosto anonymní.

#### **4.3.2.1 Lysholmova škála aktivity**

Lysholmova škála aktivity (Příloha 18) byla poprvé představena v roce 1982 a upravena v roce 1985 a momentálně slouží jako bodovací škála pro zhodnocení funkčního stavu KOK po jeho poranění. Je sestavená z dalších sub-škál zaměřených na chůzi, využití pomůcek pro chůzi, zablokování, nestabilitu, bolest, otok, chůzi po schodech a dřep. Plný počet sčítá 100 bodů a respondent vybírá takovou odpověď, která je pro něj nejvíce odpovídající. Vynikající známku dostanou respondenti s bodovým výsledkem 100 až 95. Dobrá je pro ty, kteří dosáhnou 94 až 84 bodů. Při součtu bodů dosahující hodnotu mezi 83 až 63 je výsledek označený za dostatečný. Pod hodnotu 63 je však funkční stav nedostatečný (Albuquerque et al., 2011; Chamorro-Moriana et al., 2022).

#### **4.3.2.2 Tegnerova škála aktivity**

Tegnerova škála aktivity (Příloha 17) je numerická škála s hodnotami mezi 0 až 10 a slouží k vyjádření specifických aktivit. Představena byla poprvé v roce 1985. Jednotlivé úrovně sdělují respondentovi sportovní schopnosti či každodenní aktivitu v rozmezí od profesionálního sportu až k disabilitě, které jsou ovlivněny funkcí jeho KOK. V polovině této škály se nachází rekreační

sportovci. Respondent odpovídá, jaké aktivity zvládl PRE a jaké zvládl POO. Škála slouží k evaluaci pohybových schopností a úspěšnosti návratu na předešlou úroveň aktivity (Chamorro-Moriana et al., 2022; Wagner et al., 2020).

#### **4.4 Metodika a průběh terapií**

Každý z probandů podstoupil 8 terapeutických jednotek v délce 30 minut s frekvencí 2 až 3 cvičební jednotky za týden. Skupina PREF prodělala 8 terapeutických jednotek před artroskopickou operací. V rámci skupin absolvovali všichni probandi shodný rehabilitační plán v souladu se zásadami rehabilitace po artroskopické operaci PZV a doporučeními ošetřujících lékařů. Na POOF se probandi dostavili již do 2 týdnů po artroskopické operaci.

##### ***4.4.1 Průběh předoperační fyzioterapie***

Cílem PREF bylo eliminovat neúplnou extenzi kolenního kloubu, zajistit adekvátní aktivitu MQF, redukovat otok kloubu, snížit bolestivost a zajistit adekvátní aktivitu SST. Cvičením předcházelo využitých měkkých technik na tkáň v okolí KOK a patellu s cílem zvýšit pohyblivost kloubu pokud to bylo nutné a aktivní protažení svalů ve variantě „medvěda“ vycházejícího z 12 měsíce dle Koláře. Vybrané cviky vycházeli především z CKC a jednalo se především o dřepy, výpady, závěsné stoje a jejich varianty. Jeden z využitých principů byla také reedukace chůze a edukace ohledně pooperačního stavu. Náročnost cviků se lišila pouze dle kondičního stavu probanda. Každý z probandů byl instruován na autoterapii.

##### ***4.4.2 Průběh pooperační fyzioterapie***

POOF respektovala biologické hojení štěpu a subjektivní pocity pacienta, dle kterých byl následně sestaven plán a cíl terapeutické jednotky. Během každého bloku terapie byly vyšetřeny okolní měkké tkáň a klouby pro přítomnost funkčních změn a při jejich přítomnosti byly ošetřeny – nejčastěji se jednalo o sníženou posunlivost patelly a hlavičky fibuly. Prvotním cílem bylo zajistit adekvátní aktivitu MQF a poté dosáhnout plné extenze KOK. Z použitých cviků se jednalo hlavně o pozice v sedě a ve stoji s odlehčením operované DK. Posléze byl hlavní cíl soustředěný na další rozvíjení flexe KOK a posílení aktivních stabilizátorů KOK. Pro její zajištění se využívali pozice na čtyřech a její varianty, již cvičení ve stoji, jako je dřep, výpad a závěsný stoj s využitím variant dle kondičních schopností probanda.

## 4.5 Statistické zpracování dat

Všechny získané proměnné jak z vyšetření, tak z elektronické ankety, byly zaznamenány do programu Excell Office 365, kde byly vypočteny průměrné hodnoty všech parametrů a směrodatné odchylky. Další statistické zpracování probíhalo v programu StataBe. Pro statistické zpracování byly použity testy Two-sample Wilcoxon rank-sum test neboli Mann-Whitney U test, Kendalův test, Fisherův exactní test, Pearsonův chí-kvadrát test a Receiver Operating Characteristic (ROC).

## 4.6 Limity studie

Jako největší limit studie vidím ve vzorku probandů, kteří se ve výzkumu účastnili. Problém není v množství, ale v jejich rozložení, jelikož z celkového množství pouze 17,21 % podstoupilo PREF, což se reflektuje v nerovnoměrném zastoupení během statistického zpracování, ale také to ukazuje víceméně skutečné hodnoty počtu jedinců, kteří podstoupí PREF.

Jako limitující je také interpretace Tegnerovy škály aktivity, jelikož rehabilitační programy po operaci PZV dosahují délky až jednoho roku, proto bylo vhodné zmínit tento fakt, že tento výzkum končí v pokročilé části rehabilitačních programů, proto také beru její využití jako chybné, jelikož žádný z probandů se z důvodu psychologických ani biologických nedokáže vrátit na předešlou úroveň sportu v tak krátkém časovém horizontu. Nicméně data z této části elektronické aktivity mohou být posouzeny ve smyslu, zda se jedná o sportujícího jedince či nikoliv a zda tato aktivita má vliv na jejich výsledky.

V potaz se musí brát také lidský faktor, který sloužil ke sběru dat goniometrických a antropometrických, kde mohlo dojít k jistým nepřesnostem. Délka terapeutických intervencí mohla také manifestovat s troficitou stehna. Všechny tyto faktory mohli ovlivnit výsledky studie.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Výsledky k hypotéze H1

H1: Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému zlepšení funkčního stavu kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

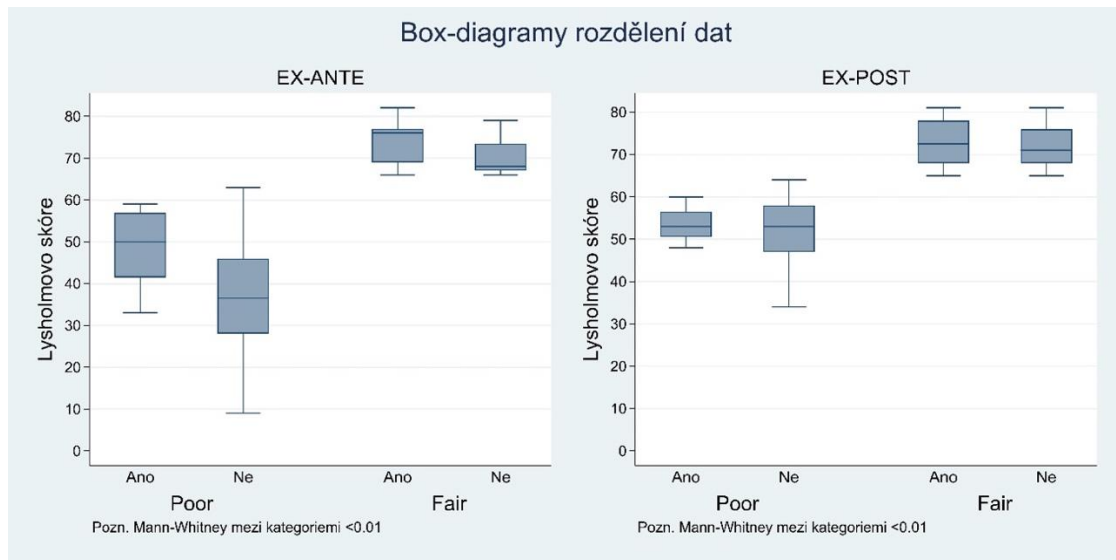
K zhodnocení funkčního stavu KOK byla využita Lysholmova škála aktivity. V tabulce 1 jsou uvedeny data deskriptivní analýzy Lysholmova skóre z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie. Tabulka jasně ukazuje, že pro kategorie s nejnižším skóre (Poor, Fair) je střední hodnota mírně vyšší při absolvování fyzioterapie, a to jak před zákrokem, tak i po něm. Pro vyjádření statisticky významných rozdílů mezi kategoriemi bylo užito Mann-Whitney U testu, který jednoznačně prokázal, že se rozdělení dat, a tedy i medián zásadně liší. Následující box-diagram ilustruje rovněž variabilitu dat, ať už se jedná o rozpětí mezi prvním a třetím kvantilem (IQR), případně směrodatná odchylka (SD), kdy je jasně patrné zlepšení díky fyzioterapii zejména před operací.

**Tabulka 1.: Deskriptivní statistika Lysholmova skóre z hlediska podstoupené fyzioterapie před operací.**

	<b>EX-ANTE</b>				<b>EX-POST</b>			
	<i>Poor</i>	<i>Fair</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>	<i>Poor</i>	<i>Fair</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>
q01: <b>ANO</b>								
Frekvence	8	6	1	1	4	6	4	1
IQR	15,50	8,00	-	-	6,00	10,00	1,50	-
SD	9,62	5,82	-	-	4,93	6,37	1,26	,
Medián	<b>50,00</b>	<b>76,00</b>	84,00	100,00	<b>53,00</b>	<b>72,50</b>	85,00	95,00
<b>NE</b>								
Frekvence	86	4	1	1	55	22	2	
IQR	18,00	6,50	-	-	11,00	8,00	3,00	
SD	12,42	5,91	-	-	7,82	5,16	2,12	
Medián	<b>36,50</b>	<b>68,00</b>	84,00	94,00	<b>53,00</b>	<b>71,00</b>	87,50	

Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; EX-POST – pooperačně; Poor, Fair, Good, Excellent – hodnocení dle Lysholmova skóre; q01 – rozdělení podle postoupení PREF; ANO – PREF podstoupili; NE – PREF nepodstoupili; IQR – mezikvartilové rozpětí; SD – směrodatná odchylka.

**Obrázek 3.: Box-diagramy rozdělení dat dle Lysholmova skóre (StataBE17).**



Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; EX-POST – pooperačně; Poor, Fair – hodnocení dvou nejhorších kategorií dle Lysholmova skóre.

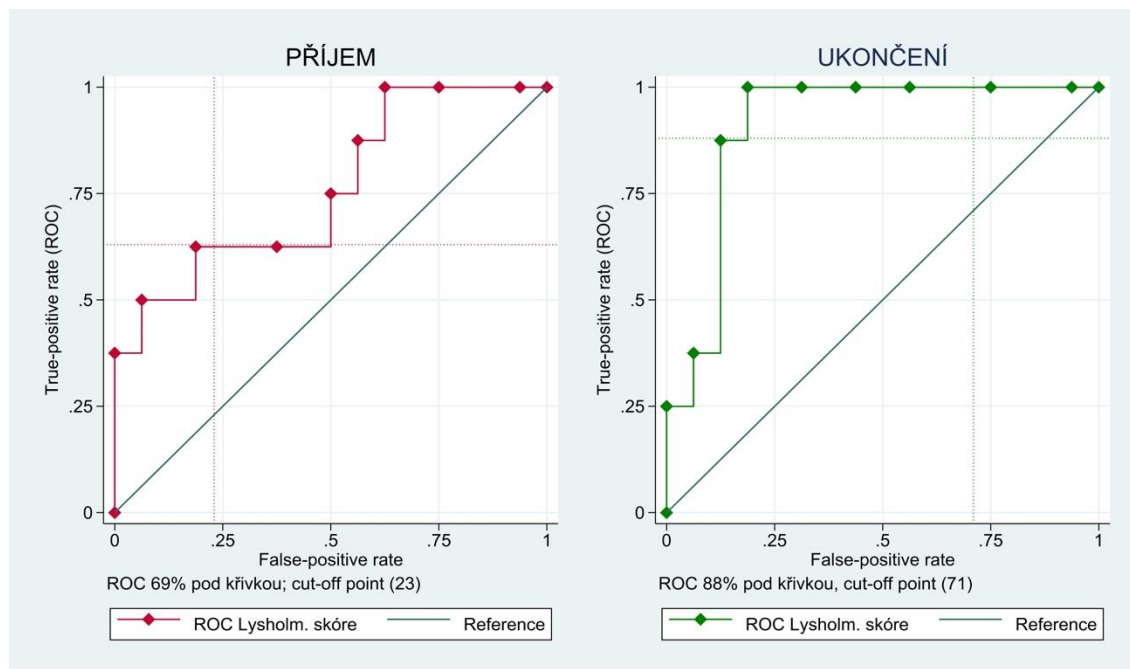
Pro měření vzájemného vztahu Lysholmova skóre a věku pacientů (Tabulka 2) bylo z hlediska nízkého počtu dat a nesymetrického rozdělení užito Kendallova korelačního koeficientu. I když pouze u mužů, byl prokázán inverzní vztah, což znamená zvyšující se skóre naopak při nižším věku pacientů, nebo také snižující se skóre naopak s rostoucím věkem. Tento vztah je výraznější zejména po operaci při vyšším věku pacientů, tj. klesající skóre (Příloha 19), i přes podstoupení terapie. Jednoznačně nás to vede k závěru, že terapii je vhodné podstoupit zejména před zákrokem, a to i přes to, že u pacientů ženského pohlaví se nám nepodařilo prokázat statisticky významný vzájemný vztah. I přes fakt, že se naprostá většina respondentů pohybuje v kategoriích s nejnižším skórem (Poor, Fair), tak se respondenti shodují na číselné hodnotě 71 bodů v Lysholmově skóre po absolvování POOF podle ROC. V grafu „Ukončení“ na obrázku 4 je možné pozorovat, že křivka dosahuje cut-off hodnot 88 %, což z testu stanovuje 88 % senzitivitu i specifitu pro PREF. Zatímco hodnoty v grafu „Příjem“ na obrázku 4 prezentují 63 % senzitivitu a 75 % specifitu pro PREF. Jednotlivá data tedy prezentují, že PREF vykazuje vysoké hodnoty senzitivity i specifity v rámci ovlivnění funkčního stavu KOK po absolvování POOF. Z prezentovaných výsledků můžeme prohlásit, že H1 přijímáme.

Tabulka 1.: Vzájemný vztah věku pacienta a Lysholmova skóre.

	EX-ANTE		EX-POST	
	Muž	Žena	Muž	Žena
<b>q01</b>				
<b>ANO</b>				
Frekvence	8	8	8	7
p-value	0.1346	0.3186	<b>0.0292</b>	0.6486
$\tau_a$	0.4643	-0.3214	<b>-0.6429</b>	-0.1905
$\tau_b$	0.4728	-0.3273	<b>-0.6928</b>	-0.1952
<b>NE</b>				
Frekvence	57	35	48	31
p-value	<b>0.0341</b>	0.1299	0.0989	0.6939
$\tau_a$	<b>-0.1930</b>	0.1798	-0.1649	-0.0516
$\tau_b$	<b>-0.1980</b>	0.1866	-0.1697	-0.0536

Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; EX-POST – pooperačně; q01 – rozdělení podle podstoupení PREF; ANO – PREF podstoupili; NE – PREF nepodstoupili; p-value – hodnota statistické významnosti;  $\tau_a$  - tau A – statisticky testuje sílu asociace křížových tabulek;  $\tau_b$  – tau B – statisticky upravuje vazby mezi křížovými tabulky.

Obrázek 4.: Receiver Operating Characteristic Lysholmova skóre při hodnocení efektu předoperační fyzioterapie během příjmu a ukončení terapie po rekonstrukci PZV (StataBE17).



Vysvětlivky: ROC – Receiver Operating Characteristic; True-positive rate – skutečně pozitivní; False-positive rate – falešně pozitivní.

## 5.2 Výsledky k hypotéze H2

H2: Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému zvětšení rozsahu pohybu kolenního kloubu do flexe a extenze v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

Tabulka 3 vyjadřuje naměřené hodnoty ROK KOK do flexe během první terapie ve stupních, zatímco tabulka 4 vyjadřuje tyto hodnoty během poslední terapie. ROM KOK do flexe zaznamenává větší průměrné hodnoty a i medián u skupiny, která PREF prodělala. Absolutní hodnota byla určena rozdílem mezi začátkem a ukončení terapie, kdy u pacientů, kteří prodělali PREF dosahovalo 80,6° a pro standardní skupiny byla 77°.

**Tabulka 3.: Deskriptivní statistika ROM KOK do flexe z hlediska podstoupené fyzioterapie před operací – EX-ANTE.**

Skupina	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR
PREF	8	59,4	57,5	8,21	67,4	12,5
Standard	8	50,0	50,0	8,45	71,4	11,3

Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 4.: Deskriptivní statistika ROM KOK do flexe z hlediska podstoupené fyzioterapie před operací – EX-POST.**

Skupina	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR
PREF	8	140	138	7,56	57,1	11,3
Standard	8	127	125	7,53	56,7	11,3

Vysvětlivky: EX-POST – pooperačně; SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

Tabulka 5 vyjadřuje naměřené hodnoty ROK KOK do extenze během první terapie ve stupních, zatímco tabulka 6 vyjadřuje tyto hodnoty během poslední terapie. V tabulce 5 je možné zaznamenat, že průměrná hodnota nedosažené extenze je menší u pacientů, kteří prodělali PREF a to stejné platí pro medián. Absolutní hodnota byla určena rozdílem mezi

začátkem a ukončení terapie, kdy u pacientů, kteří prodělali PREF dosahovalo 13,8° a pro standardní skupiny byla 18,8°.

**Tabulka 5.: Deskriptivní statistika ROM KOK do extenze z hlediska podstoupené fyzioterapie před operací – EX-ANTE.**

Skupina	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR
PREF	8	-13,8	-12,5	6,41	41,1	6,25
Standard	8	-18,8	-20,0	5,18	26,8	6,25

Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 6.: Deskriptivní statistika ROM KOK do extenze z hlediska podstoupené fyzioterapie před operací – EX-POST.**

Skupina	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR
PREF	8	0	0	0	0	0
Standard	8	0	0	0	0	0

Vysvětlivky: EX-POST – pooperačně; SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

Pro ROM KOK do extenze bylo dosaženo maximálních hodnot v obou skupinách, což by mělo znamenat, že není zde žádný rozdíl, ale co však je patrné z tabulky 7 je to, že pokud budeme hodnotit ROM během zastoupení v čase, tak návrat ROM KOK do extenze byl signifikantně rychlejší u pacientů, kteří PREF prodělali. Také je z tabulky 8 patrné, že i u jedinců co PREF neprodělali je návrat ROM KOK do extenze poměrně rychlý, ale maximální ROM KOK do flexe je u více než 45 % pacientů po ukončení rehabilitace stále nedosažen.

**Tabulka 7.: Kombinační zastoupení jednotlivých časových rozmezí, kdy bylo docíleno maximálního ROM – pacienti, kteří podstoupili předoperační fyzioterapii.**

q14	q15				Celkem
	Do 3 týdnů	Do měsíce	Do 2 měsíců	ROM není stále plný	
Do 2 týdnů	2	5	1	0	8
Do 3 týdnů	0	1	0	0	1
ROM není stále plný	0	0	0	1	1
Celkem	2	6	1	1	10
p	0,400				

Vysvětlivky: q15 – ROM KOK do flexe; q14 – ROM KOK do extenze.



**Tabulka 8.: Kombinační zastoupení jednotlivých časových rozmezí, kdy bylo docíleno maximálního ROM – pacienti, kteří nepodstoupili předoperační fyzioterapii.**

q14	q15				Celkem
	Do měsíce	Do 2 měsíců	Do 3 měsíců	ROM není stále plný	
Do 2 týdnů	5	3	0	1	9
Do 3 týdnů	5	18	2	11	36
Do měsíce	2	4	3	19	28
Do 2 měsíců	0	3	0	5	8
Do 3 měsíců	0	0	0	2	2
ROM není stále plný	0	0	1	1	2
Celkem	12	28	6	39	85
p	0,001				

Vysvětlivky: q15 – ROM KOK do flexe; q14 – ROM KOK do extenze.

Tabulky kombinací ROM dle časových parametrů byly hodnoceny pomocí Fisherova exaktního testu, kdy při statistické hladině  $p < 0,05$  je vyjádřena existence tvrzení, že PREF zajistí rychlejší návrat ROM KOK, jelikož se na statistické významnosti v tabulce 8 podíleli červeně označené hodnoty, které značí neúplný ROM KOK ani po 3 měsících. Pro zhodnocení statistické významnosti ROM KOK byl použit Mann-Whitney U test, který určil  $p$  na hodnotu 0,007 pro flexi i extenzi. Při statistické významnosti  $p < 0,05$  je tedy patrné, že můžeme H2 přijmout.

### 5.3 Výsledky k hypotéze H3

H3: Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému nárůstu troficity stehna v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

K zhodnocení troficity stehna byla využita standardizovaná metoda antropometrického vyšetření. Tabulka 9 vyjadřuje naměřené hodnoty změn troficity stehna při prodělání PREF v centimetrem (cm), zatímco tabulka 10 vyjadřuje tyto hodnoty při neprodělání PREF. Absolutní hodnota rozdílu pro PREF tvoří 1,5 cm a pro standardní skupinu 0,8 cm.

**Tabulka 9.: Deskriptivní statistika troficity stehna z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	45,5	46,0	1,69	2,86	3,00	43	47
Ukončení	8	47,0	47,5	2,07	4,29	4,00	44	49

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 10.: Deskriptivní statistika troficity stehna z hlediska nepodstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	45,0	44,5	1,69	2,86	1,50	43	48
Ukončení	8	45,8	46,0	1,75	3,07	1,75	43	48

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 11. Statistické zpracování troficity stehenního svalstva během přijetí a ukončení terapie z hlediska podstoupené fyzioterapie.**

Skupina	Frekvence	p
PREF	8	0,0241
Standard	8	0,1251

Vysvětlivky: p – hodnota statistické významnosti.

Pro potvrzení, že PREF ovlivňuje troficitu stehenního svalstva v terénu operované DK, tak jsme použili Mann-Whitney U test. Při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  můžeme z výsledku tabulky 11 zjistit, že došlo k statisticky významnému nárůstu troficity stehenního svalstva u pacientů, kteří PREF podstoupili. Na základě těchto výsledků byla H3 přijata.

#### 5.4 Výsledky k hypotéze H4

H4: Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému snížení otoku kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

K zhodnocení otoku KOK byla využita standardizovaná metoda antropometrického vyšetření. Tabulka 12 vyjadřuje naměřené hodnoty změn otoku KOK při prodělání PREF v cm, zatímco tabulka 13 vyjadřuje tyto hodnoty při neprodělání PREF. Absolutní hodnota rozdílu pro PREF tvoří 1,8 cm a pro standardní skupinu 3 cm.

**Tabulka 12.: Deskriptivní statistika otoku KOK z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	41,6	41,5	1,30	1,70	2,25	40	43
Ukončení	8	39,8	40,0	1,39	1,93	1,50	38	42

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 13.: Deskriptivní statistika otoku KOK z hlediska nepodstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	42,1	42,5	1,46	2,13	1,50	40	44
Ukončení	8	39,1	40,0	3,14	9,84	2,25	32	42

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 14.: Statistické zpracování otoku KOK během přijetí a ukončení terapie z hlediska podstoupené fyzioterapie.**

Skupina	Frekvence	p
PREF	8	0,0025
Standard	8	0,0006

Vysvětlivky: p – hodnota statistické významnosti.

Aby bylo dokázáno, že PREF ovlivňuje velikost otoku KOK v terénu operované DK, tak jsme použili Mann-Whitney U test. Při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  můžeme konstatovat z výsledků tabulky 14, že došlo k statisticky významnému snížení otoku KOK u obou skupin s tím, že změna byla výraznější u jedinců, kteří PREF neprodělali. Na základě těchto výsledků byla H4 zamítnuta.

## 5.5 Výsledky k hypotéze H5

H5: Předoperační fyzioterapie vede ke statisticky významnému snížení bolestivosti kolenního kloubu v porovnání s pacienty, kteří předoperační fyzioterapii neprodělali.

K zhodnocení bolestivosti KOK byla využita VAS. Tabulka 15 vyjadřuje naměřené hodnoty změn bolesti KOK při prodělání PREF zaznamenaných pomocí VAS, zatímco tabulka 16 vyjadřuje

tyto hodnoty při nepřodělání PREF. Absolutní hodnota rozdílu pro PREF tvoří 6,75 a pro standardní skupinu 5,62.

**Tabulka 15.: Deskriptivní statistika bolesti KOK z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	7,75	8,00	0,71	0,50	1,00	7	9
Ukončení	8	1,00	1,00	0,76	0,57	0,50	0	2

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 16.: Deskriptivní statistika bolesti KOK z hlediska nepodstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	8,50	8,00	0,76	0,57	1,00	8	10
Ukončení	8	2,88	3,00	1,64	2,70	1,50	0	5

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

**Tabulka 17.: Statistické zpracování bolesti KOK.**

Bolestivost KOK	PREF	Standard	p
Hodnoty	8	8	0,1175

Vysvětlivky: p – hodnota statistické významnosti.

Ke zjištění statistické významnosti, že PREF ovlivňuje bolestivost KOK v terénu operované DK jsme použili Mann-Whitney U test. Během statistického zpracování byly data logaritmovány, aby prezentovali normální rozdělení. Při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  můžeme říci, že nedošlo k statisticky významného snížení bolesti KOK, jelikož byla po statistickém zpracování stanovena hodnota p na 0,1175. Na základě těchto výsledků byla H5 zamítnuta.

## 6 DISKUSE

Jak již bylo zmíněno v kapitole „Limity studie“ tak je nutné si uvědomit, že se jedná o probandy, kteří ukončovali účast výzkumu ve své pokročilé části rehabilitačního programu, což se také projevuje na výsledcích. Přesto je takový brzký konec rehabilitačního programu reflektujícím obrazcem průběhu většiny terapií po operaci PZV.

Dle respondentů naší elektronické ankety se během PREF zaměřili terapeuti ve 100 % případech hlavně na posílení svalů aktivním cvičením, což se shoduje s doporučením ostatních autorů, kteří považují jako hlavní cíl PREF aktivaci MQF. Více jak 56 % terapeutů využívalo během PREF také cvičení ve vývojových pozicích, které jsme vyzdvihli v kapitole 2.9.2 „*Význam gnostických funkcí a propriocepce*“. Mezi další užívané metody patří protažení svalů, které se dělo v 88 % případů. Nemalá část terapeutů kladla důraz taky na složku edukační, kterou zmínilo 75 % respondentů – zde nacházíme veliký úspěch, jelikož je edukace nedílnou složkou PRE péče a nám dává možnost jak začít s rehabilitací již od prvního dne. Dále respondeti zmínili podstoupení elektroléčby v 88 %, ošetření měkkých tkání v 69 % a využití tapingu v 19 % případů. Pouze 6 % respondentů zmínilo klidový režim pro postiženou DK v PRE období – vypadá to, že se od tohoto trendu již opouští a můžeme tedy začít s rehabilitací již v prvních dnech což jednoznačně vede k lepším výsledkům. Ve více než 60 % se respondeti shodli na pozitivním efektu PREF v rámci chůze, jak po schodech, tak po rovině, ale také ve zvětšení ROM. Až 75 % respondentů pocítilo snížení bolesti poraněného KOK a v 88 % případech došlo k subjektivnímu zvětšení stability KOK. Pouze 50 % pocítilo snížení bolestivosti. Více jak 85 % respondentů bylo naprosto spokojených s absolvováním PREF a minimálně 80 % z nich poukazuje na zlepšení funkčního stavu KOK díky PREF. Respondeti, kteří v Tegnerově škále aktivity odpovídali, že patří do vyšších úrovní měli průměrné Lysholmovo skóre na 76 bodech. Zatímco u respondentů s nízkou úrovní aktivity je průměrná hodnota 53 bodů. Z následující tabulky (18) je taky zřejmé, že četnější zastoupení v nižších úrovních je ve standardní skupině, která PREF nepředělala. Argumentovat, že PREF zajistí dřívější návrat k náročnějším aktivitám je však z tohoto výzkumného vzorku nemožné, jelikož zastoupení ve skupinách není rovnoměrné. Další vědecké bádání by však dokázalo zodpovědět na otázku, zda má PREF vliv na funkci KOK z dlouhodobého hlediska a zda dokáže urychlit návrat ke sportovní aktivitě, popřípadě dokáže navrátit větší zastoupení jedinců na svou původní sportovní úroveň, jakou měli před zraněním.

**Tabulka 18.: Deskriptivní zastoupení respondentů v Tegnerově škále aktivity dle pohlaví a z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Úroveň	EX-ANTE					EX-POST				
	Muž		Žena		Celkem	Muž		Žena		Celkem
	PREF	Standard	PREF	Standard		PREF	Standard	PREF	Standard	
10	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
9	4	5	0	0	9	0	0	0	0	0
8	0	4	0	4	8	0	0	0	0	0
7	0	14	2	6	22	0	2	1	0	3
6	1	13	1	8	23	0	0	0	0	0
5	0	14	0	12	26	0	3	0	0	3
4	0	1	0	2	3	2	11	2	4	19
3	0	0	0	1	1	3	19	2	18	42
2	0	0	0	0	0	0	13	0	9	22
1	0	0	1	1	2	0	3	0	3	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	5	51	5	34	95	5	51	5	34	95

Vysvětlivky: EX-ANTE – předoperačně; EX-POST – pooperačně; PREF – skupina předoperační fyzioterapie.

## 6.1 Diskuze k hypotéze H1

Pro zhodnocení efektu PREF na funkční stav kolenního kloubu byl využit Mann-Whitney U test, který jednoznačně prokázal její efekt. Výsledek tedy podporuje tvrzení ostatních autorů ohledně pozitivního vlivu PREF (Ebert et al., 2018; Eitzen et al., 2019; Failla et al., 2016; Garisson et al., 2019; Geische et al., 2020; Grindem et al., 2015; Kyritsis et al., 2016; Risbert et al., 2016; Sousa et al., 2016; Zwolski et al., 2015). Naše výsledky ohledně funkčního stavu KOK jsou prezentovány na pacientech, kteří se v době měření nacházeli v pokročilé POO fázi a právě proto se nachází naprostá většina v kategoriích s nejhoršími výsledky. Rehabilitace po rekonstrukci PZV dosahuje délky až jednoho roku a proto nemůžeme očekávat zastoupení ve vyšších kategoriích, i když se zde část nachází, jak je patrné z tabulky 1. Z dlouhodobého hlediska záleží na tom, zda bude zastoupení i v delším časovém horizontu stejné, nebo zda bude jedna skupina vykazovat lepší výsledky. Také zůstává otázkou, zda obě skupiny dosáhnou svého zastoupení v nejlepší skupině ve stejném časovém horizontu, nebo se zde budeme také nacházet rozdíl.

Z prezentovaných výsledků očekáváme, že právě PREF skupina dosáhne těchto příček rychleji než skupina standardní.

Dále byl prokázán inverzní vztah u mužů pomocí Kendallova korelačního koeficientu (příloha 19). Vyjadřuje, že u mladších jedinců bude jejich potenciál hojení lepší, než u starších jedinců. Nепrokázání tohoto faktu se nám nepovedlo u žen a je to pravděpodobně z toho důvodu, že nebylo zde dostatečné zastoupení vůči standardní skupině.

Ve prospěch PREF mluví také křivka ROC, která ukazuje, že její vliv je velice specifickou i senzitivní metodu – hodnoty dosahující až 88 % v rámci ovlivnění funkčního stavu KOK po rekonstrukci PZV. Tento graf podporuje tvrzení autorů o vlivu PREF na funkční stav KOK. Cílem rekonstrukce PZV je zajistit KOK nejlepší možnou funkci. Tohoto stavu nelze jen tak docílit bez rehabilitace a jak je viditelné, můžeme tento efekt podpořit PREF. Yao et al. (2021) uvádí, že incidence selhání štěpu se pohybuje až na 24,4 % - velkým kontributorem je zanedbaná funkce KOK. Jako základ, na kterém dále budeme pokračovat můžeme použít funkci KOK, kterou zlepšíme již před operačním zákrokem. Takový základ jak je vidmo dokáže ve velké míře ovlivnit pacientův stav po rekonstrukci.

Díky výsledkům, se nám podařilo prokázat H1, nicméně tyto výsledky se mohou změnit při dalším sběru dat a tedy rozšířením výzkumného vzorku.

## **6.2 Diskuze k hypotéze H2**

Fisherův exaktní test a Mann-Whitney U test se podíleli na zjištění, že PREF vede ke statisticky významnému zvětšení ROM KOK po prodělání rekonstrukce PZV. Tento výsledek se shoduje s tvrzením autorů (Eitzen et al., 2009; Kotsifaki et al., 2023; Kowaltchuk et al., 2009; Lepley & Palmieri-Smith 2015; Prodromos 2018; Srinivasalu et al., 2022; Querlard et al., 2010). Autoři se také shodují, že jedinci, kteří prodělali PREF mají větší ROM KOK v prvních 3 až 6 týdnech (Cunha & Solomon, 2022; Reddy et al., 2020; Shraani et al., 2013; Srinivasalu et al., 2022). Z našich výsledků je patrné, že toto tvrzení bylo také potvrzeno. Pacienti bez předoperační fyzioterapie sice v hojném měřítku docílili brzkého návratu plné extenze KOK, nicméně až 45 % nedosáhlo plného ROM KOK do flexe – zde se nachází největší rozdíl v porovnání s PREF skupinou.

Pro aktivitu MQF je výhodné, aby bylo docíleno plného ROM KOK do extenze. Právě i tento pohyb zajistí normální stereotyp chůze, který nadále nebude alternovat pohybový systém pacienta. Docílení plného ROM KOK do flexe je komplikovanější, jelikož musíme respektovat biologické hojení štěpu a okolních tkání. Probandi byli nejčastěji podrobeni operaci s odběrem štěpu STG, po němž dochází ke snížení síly svalů KOK do flexe (Sinding et al., 2020; Suydam et

al., 2016). Palmieri-Smith & Lepley (2015) uvádí, že ROM KOK souvisí se silou MQF a toto tvrzení platí taktéž opačně, což zase mluví ve prospěch PREF, jelikož je zde cílem ovlivnit aktivitu MQF a zajistit maximální ROM KOK. Můžeme však předpokládat, že pokud jedince PRE dostatečně připravíme, tak můžeme tuto sníženou sílu v brzkých fázích ovlivnit a tím zajistit docílení lepšího výsledku v ROM KOK, což by odpovídalo interpretovaným výsledkům. Yalfani et al. (2021) popisuje, že PRE aspekty se projevují do POO stavu, z čehož můžeme usoudit, že docílení maximálního ROM PRE zajistí menší komplikace v pozdějších fázích rehabilitace. Naše výsledky toto tvrzení naprosto podporují, jelikož je možné tyto změny zaznamenat na průměrných hodnotách a taky na mediánu v tabulkách 3 až 6.

### 6.3 Diskuze k hypotéze H3

Pomocí Mann-Whitney U testu jsme prokázali, že PREF statisticky významně ovlivní troficitu stehenního svalstva. Je možné předpokládat, že trofická stehna, přesněji obvod stehna, souvisí se svalovou silou MQF. Právě jeho síla má vliv na funkci celé DK a jak již bylo zmíněno, tak zde nacházíme souvislost s ROM KOK (Palmieri-Smith & Lepley, 2015). Aktivace MQF a jeho síla úzce souvisí s protekčním mechanismem DK a může zabránit opětovnému poranění (Eitzen et al., 2009; Failla et al., 2016; Grindem et al., 2015; Haswwaga et al., 2023; Kim et al., 2020; Kotsifaki et al., 2023; Prodromos, 2018). Zajistit adekvátní aktivitu MQF a jeho dostatečnou sílu by mělo být prvotním cílem během rehabilitace po rekonstrukci PZV, jelikož tato asymetrie jeho aktivity a síly v porovnání s nepostiženou DK se může vyskytovat až roky po operaci, což může vést k selhání novovazu a nedocílení stejné úrovně pohybové aktivity jako před zákrokem (Eitzen et al., 2009; Kim et al., 2022; Lepley & Palmieri-Smith, 2016; Lisee et al., 2019; Norte et al., 2018; van Melick et al., 2016).

Z výsledků tabulky 9 a 10 je možné pozorovat, že se liší jak průměrná hodnota, tak medián pro troficitu mezi skupinou PREF a standardní, a to jak během začátku rehabilitací, tak při jejím ukončení. Předpokládáme, že za nárůstem svalové hmoty stojí PREF. Z tabulky 19 je možné vidět, že k němu dojde i v PRE období, kdy z výsledných 46,4 cm se obvod sníží na 45,5 cm po operačním zákroku. Nárůst obvodu stehna u skupiny PREF byl v průměru 1,1 cm EX-ANTE a 1,5 cm EX-POST. Pro standardní skupinu byl nárůst pouze 0,8 cm. Fyzická aktivita, která začala před operačním výkonem pravděpodobně zajistila i větší nárůst po něm. Otázkou zůstává, jak by se tyto výsledky lišili v delším časovém horizontu a zda PREF dokáže ovlivnit přetrvávající asymetrie MQF.



**Tabulka 19.: Deskriptivní statistika troficity stehna z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	45,3	45,0	2,05	4,21	3,00	42	48
Ukončení	8	46,4	46,5	2,26	5,13	3,50	43	49

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

## 6.4 Diskuze k hypotéze H4

Díky Mann-Whitney U testu jsme dokázali, že PREF nevede ke statisticky významnému snížení otoku KOK. Na rozdíl od některých autorů (Eitzen et al., 2009; Prodromos, 2018), kteří toto tvrzení dokázali se nám nepovedlo ho statisticky zreplikovat. K snížení otoku KOK došlo v obou případech, ale právě test statistické významnosti upřednostnil standardní skupinu. Jelikož se jedná o velice těsné výsledky tak záleží, jak budou tyto hodnoty odlišné ve větším vzorku probandů. Důležitým faktorem bude jednoznačně minimální hodnota v tabulce 13 pro standardní skupinu během ukončení, která dosahovala 32 cm, zatímco v tabulce 12 byla minimální hodnota během ukončení 38 cm, což mělo jednoznačný vliv na průměr a poté výsledek statistické významnosti. Avšak i v případě, kdy by byla statistická významnost pro PREF signifikantnější, tak nemůžeme mluvit o jednoznačném efektu, protože jak je možné vidět z prezentovaných výsledků, tak k redukci otoku KOK dojde nehledě na PREF a tyto výsledky jsou v tomto výzkumném vzorku naprosto minimální. Již malá náplň dokáže narušit funkce KOK, ale je patrné, že PREF neovlivní velikost otoku POO. Nicméně v tabulce 20 je možné vidět, že redukovat otok se nám podařilo již v PRE fázi s rozdílem absolutní hodnoty mezi průměrnou hodnotou na začátku a při ukončení rehabilitace o 2,1 cm oproti 1,8 cm pro PREF v tabulce 12 a 3 cm pro standardní skupinu v tabulce 13. Během začátku rehabilitací byl pro PREF skupinu průměrný obvod přes patellu 42,1 cm a po zákroku dosahoval 41,6 cm. Z hlediska deskriptivní statistiky můžeme mluvit o tom, že PREF může ovlivnit velikost otoku POO, tedy sníží jeho velikost oproti standardní skupině, nicméně při využití antropometrického vyšetření obvodu patelly záleží na morfologii jedince, která ovlivní výsledný obvod.

**Tabulka 20.: Deskriptivní statistika otoku KOK z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	42,1	42,5	1,36	1,84	2,00	40	44
Ukončení	8	40,0	40,0	1,69	2,86	2,25	38	43

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

## 6.5 Diskuze k hypotéze H5

Mann-Whitney U test došel k závěru, že PREF statisticky významně neovlivní bolestivost KOK po rekonstrukci PZV. Vzhledem k velikosti výzkumného vzorku musela být data logaritmována, aby bylo prezentováno normální zastoupení v jednotlivých skupinách. Bolest je naprosto subjektivní vjem a jeho evaluace je v některých případech dosti složitá. Tabulka 21 prezentuje výsledky pro PREF a pokud budeme porovnávat tyto data s těmi, které jsou odebrány po zákroku, tak nenacházíme až tak velké rozdíly. Během PRE fáze byl rozdíl v absolutních hodnotách 4,62 bodů. Po zákroku tvořil rozdíl absolutní hodnoty pro PREF skupinu 6,75 bodů a pro standardní skupinu 5,62 bodů. Na škále, co má hodnocení 0 až 10 se může zdát, že tyto výsledky jsou významné, ale jak již bylo zmíněno, tak z důvodu velké subjektivity bolesti nemůže potvrdit vliv PREF na bolestivost KOK i přes fakt, že řada autorů k těmto výsledkům došla (Eitzen et al., 2009; Kotsifaki et al., 2023; Prodromos, 2018). Je však patrné, že ke snížení bolestivosti dojde neohledě na to, zda jedinec podstoupí PREF či nikoliv.

**Tabulka 21.: Deskriptivní statistika bolestivosti KOK z hlediska podstoupené předoperační fyzioterapie.**

Terapie	Frekvence	Průměr	Medián	SD	Variance	IQR	Minimum	Maximum
Začátek	8	7,50	7,50	0,93	0,86	1,00	6	9
Ukončení	8	2,88	3,00	1,55	2,41	2,00	0	5

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka; IQR – mezikvartilové rozpětí.

## 7 ZÁVĚRY

Cílem této diplomové práce bylo zjistit přínost předoperační fyzioterapie před rekonstrukcí PZV na funkci KOK, ROM, troficitu, velikost otoku a bolestivost v porovnání se standardní rehabilitací po rekonstrukci, která je typická v České republice po tomto artroskopickém zákroku. Po zpracování a vyhodnocení dat jsme dospěli k těmto závěrům:

1. Jedinci podstupující PREF dosahují dle Mann-Whitney U testu statisticky významného zlepšení funkce KOK v Lysholmově skóre. Kendallův korelační koeficient prokázal, že s nižším věkem jedinci vykazují větší skóre v Lysholmově škále pokud prodělali PREF. Graf ROC stanovil senzitivitu a specifitu na hodnotách 88 % v rámci ovlivnění funkčního stavu KOK díky PREF.
2. K rychlejšímu dosažení maximálního ROM KOK do flexe i extenze je PREF statisticky významným činitelem dle Fisherova exaktního testu. Mann-Whitney U test stanovuje statisticky významné zlepšení ROM KOK při prodělání PREF.
3. PREF vede ke statisticky významnému nárůstu obvodu stehena 10 cm nad patellou, tedy troficity, dle Mann-Whitney U testu. Skupina PREF zažila v průměru nárůst o 1,5 cm zatímco standardní pouze o 0,8 cm.
4. Dle Mann-Whitney U testu nedochází ke statisticky významnému snížení velikosti otoku u jedinců, kteří prodělali PREF v porovnání se standardní skupinou. Ke snížení velikosti otoku došlo v obou případech, ale pro standardní skupinu byl výsledek vyhodnocen jako statisticky významnější. Pro PREF bylo snížení 1,8 cm v průměru a pro standardní skupinu se jedná o 3 cm v průměru.
5. Bolestivost KOK nenalézá statistickou významnost dle Mann-Whitney U testu, pokud budeme porovnáváme PREF a standardní skupinu.

## 8 SOUHRN

Tato diplomová práce se zabývá vlivem předoperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu po asistované artoskopické rekonstrukci předního zkříženého vaz. Pro zhodnocení funkčního stavu byla využita Lysholmova škála. Rozsah pohybu kloubu byl měřen pomocí dvouramenného goniometru. Trofická stehenního svalstva byla měřena pomocí krejčovského metru 10 cm nad patellou. Otok kloubu byl měřen pomocí krejčovského metru středem přes patellu. Bolestivost byla hodnocena pomocí vizuální analogové škály. Výsledné hodnoty byly porovnány se skupinou, která předoperační fyzioterapii neprodělala.

V teoretické části jsou probrány anatomické a kineziologické vlastnosti kolenního kloubu s hlavním zaměřením na přední zkřížený vaz. Nechybí zde popis anatomie, biomechaniky, funkce a ontogeneze předního zkříženého vaz a následně jeho epidemiologie, incidence, etiologie a patogeneze poranění. Dále jsou popsány jednotlivé části hojení vaz, možnosti klinického vyšetření a operační postupy s podrobným popisem hlavních typů štěpů. V poslední teoretické části je kladen důraz na gnostické a propioceptivní funkce během rehabilitace předního zkříženého vaz a na rehabilitační postupy, a to jak v předoperačním období, tak v jednotlivých obdobích pooperační.

V metodice práce jsou probrány využití postupy, ze kterých byly posléze vytvořeny výsledky. Výzkumný vzorek tvořilo celkem 108 probandů. Z celkového počtu bylo 16 probandů náhodně rozdělených do dvou skupin z čehož jedna skupina prošla předoperační fyzioterapií a druhá nikoliv. Ze studie byly vyloučeni probandi, kteří již prodělali poranění kolenního kloubu a nedosáhli plnoletosti. Během předoperační fyzioterapie podstoupili probandi 8 cvičebních jednotek o délce 30 minut zaměřených na aktivaci musculus quadriceps femoris, na rozsah pohybu kolenního kloubu a na edukaci ohledně pooperačního stavu. Obě skupiny poté podstoupili 8 cvičebních jednotek s délkou trvání 30 minut, která se zaměřovala také na aktivaci a posílení musculus quadriceps femoris, rozsah pohybu, redukci otoku a bolesti kolenního kloubu. Cvičení probíhalo v uzavřených kinematických řetězcích a náročnost cviků záležela na kondičních vlastnostech pacienta. Všichni respondenti odpověděli na vytvořenou elektronickou anketu, která se zaměřovala na subjektivní a objektivní funkce kolenního kloubu. Elektronická anketa se dělala na dvě části a to na předoperační a pooperační. Dále obsahovala otázky ze škály dle Lysholma a Tegnera. Následně byla data zpracována v programu StataBe17 a ke zhodnocení byly využity Two-sample Wilcoxon rank-sum test neboli Mann-Whitney U test, Kendalův test, Fisherův exactní test, Pearsonův chí-kvadrát test a Receiver Operating Characteristic.

U skupiny předoperační fyzioterapie byla dokázána statistická významnost lepších výsledků v Lysholmově škále v porovnání se standardní skupinou. Významnost potvrdil také

Kendallův test a byl dokázán inverzní vztah, který popisuje statistickou významnost předoperační fyzioterapie v Lysholmově skóre u mužů s klesajícím věkem. U žen nebylo toto tvrzení potvrzeno z hlediska nerovnoměrného zastoupení. Receiver Operating Characteristic určili pro předoperační fyzioterapii specifitu a senzitivitu na hodnotu 88 % vzhledem k ovlivnění Lysholmova skóre. Další statistickou významnost potvrdil Mann-Whitney U test pro vliv předoperační fyzioterapie na rozsah pohybu kolenního kloubu, který určil hodnotu p na 0,007. Fisherův exaktní test také potvrdil, že jedinci, kteří prodělali předoperační fyzioterapii vykazují rychlejší návrat maximálních rozsahů pohybu kolenního kloubu v porovnání s jedinci, kteří podstoupili standardní rehabilitaci. Troficita stehenního svalstva byla hodnocena pomocí Mann-Whitney U testu a potvrdila statistickou významnost na hodnotách p 0,024. Rozdíl v průměrném nárůstu obvodu mezi zahájením a ukončením rehabilitace pro skupinu prodávající předoperační fyzioterapii 1,5 cm a pro standardní skupinu 0,8 cm. Statistickou významnost pro velikost otoku byla pomocí Mann-Whitney U testu prokázána pro obě skupiny, s tím, že pro standardní skupinu byly rozdíly markantnější – průměrný rozdíl byl pro předoperační skupinu 1,8 cm a pro standardní 3 cm. Pro standardní skupinu byla p hodnota stanovena na 0,0006 zatímco pro druhou, skupinu předoperační fyzioterapie, byla hodnota 0,0025. Mann-Whitney U test byl využit na hodnocení statistické významnosti bolestivosti kolenního kloubu, přičemž hypotézu zamítnul. Hodnota p byla stanovena na 0,1175 což znamenalo zamítnutí hypotézy pro tuto subjektivní proměnou. Z těchto výsledků můžeme usoudit, že předoperační fyzioterapie má vliv na funkci kolenního kloubu, na rozsah pohybu, na troficitu stehenního svalstva před rekonstrukcí předního zkříženého vazy. Přínos předoperační fyzioterapie má srovnatelný vliv na otok kolenního kloubu po absolvování rehabilitací stejně jako standardní přístup rehabilitace.

## 9 SUMMARY

The present diploma thesis investigates the effects of preoperative physiotherapy on the function of the knee joint after assisted arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL). The Lysholm scale was used to assess functional status. A two-arm goniometer was used to measure joint range of motion. Femoral muscle trophicity was measured using a tape measure 10 cm above the patella. Joint swelling was measured with a tape measure centred over the patella. Soreness was assessed using a visual analogue scale. The results were compared with those of the group that received no preoperative physiotherapy.

The theoretical part discusses the anatomical and kinesiological characteristics of the knee joint, with a focus on the anterior cruciate ligament (ACL). The anatomy, biomechanics, function and ontogeny of the ACL are described, followed by the epidemiology, incidence, aetiology and pathogenesis of injury. In addition, the different stages of ligament healing, clinical examination options, and surgical procedures are described, along with detailed descriptions of the main graft types. The final theoretical section focuses on the gnostic and proprioceptive functions in the rehabilitation of the ACL and rehabilitation procedures, both in the preoperative period and at various stages after surgery.

A chapter focusing on the methodology applied in the thesis discusses the procedures used and the results subsequently generated. The research sample consisted of a total of 108 subjects. Of these, 16 subjects were randomly divided into two groups, one receiving preoperative physiotherapy and the other not. Subjects who had already suffered a knee injury and were under the age of 18 were excluded from the study. During preoperative physiotherapy, the subjects underwent eight 30-minute exercise sessions focusing on activating the quadriceps femoris muscle, knee joint range of motion, and education about postoperative status. Both groups then underwent another set of eight 30-minute exercise sessions focused on activating and strengthening the quadriceps femoris muscle, range of motion, and reduced knee joint swelling and pain. The exercises were performed in closed kinematic chains, and the difficulty of the exercises depended on the patient's fitness. All subjects completed a designed electronic questionnaire focusing on subjective and objective knee joint function. The questionnaire consisted of two parts: pre- and postoperative. It also included questions based on the Lysholm and Tegner scales. The data were subsequently processed in StataBe17 using the two-sample Wilcoxon signed-rank test or Mann-Whitney U test, Kendall's test, Fisher's exact test, Pearson's chi-squared test and Receiver Operating Characteristic test.

The preoperative physiotherapy group showed statistical significance for better results on the Lysholm scale than the standard group. Kendall's test also confirmed its significance. An

inverse relationship was demonstrated, indicating that the statistical significance of preoperative physiotherapy on the Lysholm score in men decreases with age. However, such an association could not be confirmed for women due to unequal representation. The Receiver Operating Characteristic showed a specificity and sensitivity of 88% for preoperative physiotherapy, predominantly due to the effect of the Lysholm score. Mann-Whitney U test on the effect of preoperative physiotherapy on knee range of motion also confirmed statistical significance, with a p-value of 0.007. Fisher's exact test confirmed that subjects who received preoperative physiotherapy experienced a faster return to maximum knee joint range of motion than those not treated with preoperative physiotherapy. Femoral muscle trophicity was assessed using the Mann-Whitney U test, and statistical significance was confirmed with p-values of 0.024. The difference in the mean increase in circumference between the start and end of rehabilitation was 1.5 cm for the group receiving preoperative physiotherapy and 0.8 cm for the standard group. Statistical significance for the size of the swelling was demonstrated for both groups using the Mann-Whitney U test, with the differences being more striking for the standard group; the average difference was 1.8 cm for the preoperative group and 3 cm for the standard group. The p-value was 0.0006 for the standard group and 0.0025 for the preoperative physiotherapy group. The Mann-Whitney U test was used to evaluate the statistical significance of knee pain, rejecting the hypothesis. The p-value was set at 0.1175, indicating rejection of the theory concerning this subjective variable. Based on these results, preoperative physiotherapy appears to affect knee joint function, range of motion and trophicity of the femoral muscles prior to ACL reconstruction. Similarly, preoperative physiotherapy seems to affect the swelling of the knee joint following the rehabilitation as well as the standard rehabilitation approach.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abe, S., Kurosaka, M., Iguchi, T., Yoshiya, S., & Hirohata, K. (1993). Light and electron microscopic study of remodeling and maturation process in autogenous graft for anterior cruciate ligament reconstruction, *9*(4), 394-405. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(05\)80313-5](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(05)80313-5)
- Ahmed, A., Razzaque, M. A., Kaleem, M., Zaman, A. U., Akram, R., & Javed, S. (2017). Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging in detecting anterior cruciate ligament injuries. *Medical Journal of Indonesia*, *26*(3), 218-23. <https://doi.org/10.13181/mji.v26i3.1873>
- Albuquerque, R. P., Giordano, V., Calixto, A., Malzac, F., Aguiar, C., do Amaral, N. P., & Carvalho, A. C. P. (2011). Analysis on the modified Lyshlom functional protocol among patients with normal knees. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, *46*(6), 668-674. [https://doi.org/10.1016/S2255-4971\(15\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30323-2)
- Allott, N. E. H., Banger, M. S., & McGregor, A. H. (2022). Evaluating the diagnostic pathway for acute ACL injuries in trauma centres: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05595-0>
- Amano, K., Li, Q., & Ma, C. B. (2016). Functional knee assessment with advanced imaging. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, *9*(2), 123-129. <https://doi.org/10.1007/s12178-016-9340-0>
- Andrade, R., Pereira, R., van Cingel, R., Staal, J. B., & Espregueira-Mendes, J. (2020). How should clinicians rehabilitate patients after ACL reconstruction? A systematic review of clinical practice guidelines (CPGs) with a focus on quality appraisal (AGREE II). *British Journal of Sports Medicine*, *54*(9), 512-519. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100310>
- Arumugam, A., Björklund, M., Mikko, S., & Häger, C. K. (2021). Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and GRADE evidence synthesis. *BMJ Open*, *11*(5). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049226>



- Badawy, C. R., Jan, K., Beck, E. C., Fleet, N., Taylor, J., Ford, K., & Waterman, B. R. (2022). Contemporary principles for postoperative rehabilitation and return to sport for athletes undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e103-e113. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.11.002>
- Beischer, S., Gustavsson, L., Senorski, E. H., Karlsson, J., Thomeé, C., Samuelsson, K., & Thomeé, R. (2020). Young athletes who return to sport before 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction have a rate of new injury 7 times that of those who delay return. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 50(2), 83-90. <https://doi.org/10.2519/jospt.2020.9071>
- Bicer, E. K., Lustig, S., Servien, E., Selmi, T. A. S., & Neyret, P. (2010). Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(8), 1075-1084. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0993-8>
- Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., & Hewett, T. E. (2010). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Mechanisms and risk factors. *American Academy of Orthopaedic Surgeon*, 18(9), 520-527. <https://doi.org/10.5435/00124635-201009000-00003>
- Boden, B. P., & Sheehan, F. T. (2022). Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *Journal of Orthopaedic Research*, 40(3), 531-540. <https://doi.org/10.1002/jor.25257>
- Bonfim, T. R., Grossi, D. B., Paccola, C. A. J., & Barela, J. A. (2009). Efeito de informação sensorial adicional na propriocepção e equilíbrio de indivíduos com lesão do LCA. *Acta Ortopédica Brasileira*, 17(5), 291-296. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522009000500008>
- Bourke, H. E., Salmon, L. J., Waller, A., Patterson, V., & Pinczewski, L. A. (2012). Survival of the Anterior Cruciate Ligament Graft and the Contralateral ACL at a Minimum of 15 Years. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(9), 1985-1992. <https://doi.org/10.1177/0363546512454414>

- Buckthorpe, M., Tamisari, A., & Villa, F. D. (2020). A ten task-based progression in rehabilitation after ACL reconstructions: From post-surgery to return to play – A clinical commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(4), 611-623. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200611>
- Bucher, C., Lamy, D., Debaty, G., Pailhé, R., & Saragaglia, D. (2022). Validity of the lever sign test for the clinical diagnosis of anterior cruciate ligament tears: Assessments in ski resorts, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 108(3). <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103254>
- Burnham, J. M., Malempati, C. S., Carpiaux, A., Ireland, M. L., & Johnson, D. L. (2017). Anatomic femoral and tibial tunnel placement during anterior cruciate ligament reconstruction: Anteromedial portal all-inside and outside-in techniques. *Arthroscopy Techniques*, 6(2), e275-e282. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2016.09.035>
- Chaput, M., Onate, J. A., Simon, J. E., Criss, C. R., Jamison, S., McNally, M., & Grooms, D. R. (2022). Visual cognition associated with knee proprioception, time to stability, and sensory integration neural activity after ACL reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*, 40(1), 95-104. <https://doi.org/10.1002/jor.25014>
- Cavanaugh, J. T., & Powers, M. (2017). ACL Rehabilitation progression: Where are we now? *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 289-296. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9426-3>
- Cinar-Medeni, O., Baltaci, G., Bayramlar, K., & Yanmis, I. (2015). Core stability, knee muscle strength, and anterior translation are correlated with postural stability in anterior cruciate ligament-reconstructed patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 94(4), 280-287. <https://doi.org/10.1097/PHM.000000000000177>
- Coffey, R., & Bordoni, B. (2022). Lachman Test. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554415/>
- Cone, S. G., Howe, D., & Fisher, M. B. (2019). Size and shape of the human anterior cruciate ligament and the impact of sex and skeletal growth. *JBJS Reviews*, 7(6), e8-e8. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.18.00145>

- Cooper, R. L., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2007). A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*, 13(2), 163-178. <https://doi.org/10.1080/15438620590956197>
- Cronström, A., Tengman, E., & Häger, C. K. (2023). Return to sports: A risky business? A systematic review with meta-analysis of risk factors for graft rupture following ACL reconstruction. *Sports Medicine*, 53(1), 91-110. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01747-3>
- Cunha, J., & Solomon, D. J. (2022). ACL prehabilitation improves postoperative strength and motion and return to sport in athletes. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e65-e69. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.11.001>
- Čihák, R. (2016). *Anatomie* (Třetí, upravené a doplněné vydání). Grada.
- Dai, B., Herman, D., Liu, H., Garrett, W. E., & Yu, B. (2012). Prevention of ACL injury, part I: Injury characteristics, risk factors, and loading mechanism. *Research in Sports Medicine*, 20(3-4), 180-197. <https://doi.org/10.1080/15438627.2012.680990>
- DeFazio, M. W., Curry, E. J., Gustin, M. J., Sing, D. C., Abdul-Rassoul, H., Ma, R., Fu, F., & Li, X. (2020). Return to sport after ACL reconstruction with a BTB versus hamstring tendon autograft: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(12). <https://doi.org/10.1177/2325967120964919>
- Denti, M., Monteleone, M., Berardi, A., & Schiavone Panni, A. (1994). Anterior cruciate ligament mechanoreceptors: Histologic studies on lesions and reconstructions. *Clinical Orthopaedics And Related Research*, (308), 29-32.
- Dhillon, M. S., Bali, K., & Prabhakar, S. (2011). Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*, 45(4), 294-300. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.80320>

- Domnick, C., Raschke, M. J., & Herbort, M. (2016). Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World Journal of Orthopedics*, 7(2). <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.82>
- Dunn, W. R., Spindler, K. P., Annunziato, A., Wolf, B. R., Andrish, J. T., Bergfeld, J. A., Jones, M. H., Parker, R. D., Flanigan, D. C., Kaeding, C. C., Marx, R. G., Matava, M. J., Wright, R. W., McCarty, E. C., Wolcott, M., Vidal, A., Harrell, F. E., & Dittus, R. S. (2010). Predictors of activity level 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). *The American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 2040-2050. <https://doi.org/10.1177/0363546510370280>
- Dylevský, I. (2021). *Klinická kineziologie a patokineziologie*. Grada Publishing.
- Ebert, J. R., Edwards, P., Yi, L., Joss, B., Ackland, T., Carey-Smith, R., Buelow, J. -U., & Hewitt, B. (2018). Strength and functional symmetry is associated with post-operative rehabilitation in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(8), 2353-2361. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4712-6>
- Eckenrode, B. J., Carey, J. L., Sennett, B. J., & Zgonis, M. H. (2017). Prevention and management of post-operative complications following ACL reconstruction. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 315-321. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9427-2>
- Eggerding, V., Reijman, M., Meuffels, D. E., van Es, E., van Arkel, E., van den Brand, I., van Linge, J., Zijl, J., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koopmanschap, M. (2021). ACL reconstruction for all is not cost-effective after acute ACL rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 56(1), 24-28. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102564>
- Eitzen, I., Holm, I., & Risberg, M. A. (2009). Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 43(5), 371-376. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.057059>

- Faila, M. J., Logerstedt, D. S., Grindem, H., Axe, M. J., Risberg, M. A., Engebretsen, L., Huston, L. J., Spindler, K. P., & Snyder-Mackler, L. (2016). Does extended preoperative rehabilitation influence outcomes 2 years after ACL reconstruction? *The American Journal of Sports Medicine*, *44*(10), 2608-2614. <https://doi.org/10.1177/0363546516652594>
- Falconiero, R. P., DiStefano, V. J., & Cook, T. M. (1998). Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans, *Arthroscopy*, *14*(2), 197-205. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(98\)70041-6](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(98)70041-6)
- Filbay, S. R., & Grindem, H. (2019). Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Clinical rheumatology*, *33*(1), 33-47. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.01.018>
- Fleming, J. D., Ritzmann, R., & Centner, C. (2022). Effect of an anterior cruciate ligament rupture on knee proprioception within 2 years after conservative and operative treatment: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, *52*(5), 1091-1102. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01600-z>
- Forelli, F., Barbar, W., Kersante, G., Vandebrouck, A., Duffiet, P., Ratte, L., Hewett, T. E., & Rambaud, A. J. M. (2023). Evaluation of muscle strength and graft laxity with early open kinetic chain exercise after ACL reconstruction: A cohort study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, *11*(6). <https://doi.org/10.1177/23259671231177594>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Arboix-Alió, J., & Montalvo, A. M. (2022). Return-to-sport following anterior cruciate ligament reconstruction in team sport athletes. Part II: Progressive framework. *Apunts Sports Medicine*, *57*(213). <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2021.100361>
- Fu, F. H. (2020). Pearls: Individualized approach to ACL reconstruction—One size does not fit all. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *478*(8), 1735-1737. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001378>

- Furlanetto, T. S., Peyré-Tartaruga, L. A., Pinho, A. S. do, Bernardes, E. da S., & Zaro, M. A. (2016). Proprioception, body balance and functionality in individuals with ACL reconstruction. *Acta Ortopédica Brasileira*, 24(2), 67-72. <https://doi.org/10.1590/1413-785220162402108949>
- Gardner, E. J., Noyes, F. R., Jetter, A. W., Grood, E. S., Harms, S. P., & Levy, M. S. (2015). Effect of anteromedial and posterolateral anterior cruciate ligament bundles on resisting medial and lateral tibiofemoral compartment subluxations. *Arthroscopy*, 31(5), 901-910. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.12.009>
- Garrison, J. C., Hannon, J., Goto, S., Kosmopoulos, V., Aryal, S., Bush, C., Bothwell, J. M., & Singleton, S. B. (2019). Knee loading after ACL-R is related to quadriceps strength and knee extension differences across the continuum of care. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(10). <https://doi.org/10.1177/2325967119870155>
- Ghaderi, M., Letafatkar, A., Almonroeder, T. G., & Keyhani, S. (2020). Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105157>
- Giesche, F., Niederer, D., Banzer, W., Vogt, L., & Mirkov, D. (2020). Evidence for the effects of prehabilitation before ACL-reconstruction on return to sport-related and self-reported knee function: A systematic review. *PLOS ONE*, 15(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240192>
- Gokeler, A., Dingenen, B., & Hewett, T. E. (2022). Rehabilitation and return to sport testing after anterior cruciate ligament reconstruction: Where are we in 2022? *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e77-e82. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.10.025>
- Grassi, A., Carulli, C., Innocenti, M., Mosca, M., Zaffagnini, S., & Bait, C. (2018). New trends in anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of national surveys of the last 5 years. *Joints*, 06(03), 177-187. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1672157>

- Grindem, H., Granan, L. P., Risberg, M. A., Engebretsen, L., Snyder-Mackler, L., & Eitzen, I. (2015). How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 385-389. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093891>
- Gupta, P. K., Acharya, A., Mourya, A., & Ameriya, D. (2017). Role of accelerated rehabilitation versus standard rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graft. *Journal of Arthroscopy and Joint Surgery*, 4(2), 89-93. <https://doi.org/10.1016/j.jajs.2017.08.003>
- Gupta, R., Bahadur, R., Malhotra, A., Masih, G. D., & Gupta, P. (2016). Anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon autograft with preserved insertions. *Arthroscopy Techniques*, 5(2), e269-e274. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2015.12.007>
- Gupta, R., Sood, M., Malhotra, A., Masih, G. D., Kapoor, A., Raghav, M., & Dhillon, M. (2018). Low re-rupture rate with BPTB autograft and semitendinosus gracilis autograft with preserved insertions in ACL reconstruction surgery in sports persons. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(8), 2381-2388. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4790-5>
- Handl, M., Hanus, M., Stančák, A., & Trč, T. (2018). New Technique of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstrings - the Surgical Instrumentation Set. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*, 85(6), 432-437. <https://doi.org/10.55095/achot2018/073>
- Hanzlíková, I., Richards, J., Hébert-Losier, K., & Smékal, D. (2019). The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Gait & Posture*, 67, 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.026>
- Hart, J. M., Ko, J. -W. K., Konold, T., & Pietrosimione, B. (2010). Sagittal plane knee joint moments following anterior cruciate ligament injury and reconstruction: A systematic review. *Clinical Biomechanics*, 25(4), 277-283. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.12.004>

Hasegawa, S., Nakagawa, Y., Yoshihara, A., Nakamura, T., Katagiri, H., Hayashi, M., Yoshimura, H., Nagase, T., Sekiya, I., & Koga, H. (2023). Older age, poor preoperative quadriceps muscle strength, and residual pain as risk factors for poor quadriceps muscle strength recovery at 1 year after ACL reconstruction: A TMDU MAKS study of 402 patients. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11(9). <https://doi.org/10.1177/23259671231194593>

Hayashi, H., Kurosaka, D., Saito, M., Ikeda, R., Kijima, E., Yamashita, Y., & Marumo, K. (2017). Anterior cruciate ligament reconstruction with bone–patellar tendon–bone graft through a rectangular bone tunnel made with a rectangular retro-dilator: An operative technique. *Arthroscopy Techniques*, 6(4), e1057-e1062. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2017.03.018>

Heller, G. Z., Manuguerra, M., & Chow, R. (2016). How to analyze the Visual Analogue Scale: Myths, truths and clinical relevance. *Scandinavian Journal of Pain*, 13(1), 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2016.06.012>

Herbort, M., Michel, P., Raschke, M. J., Vogel, N., Schulze, M., Zoll, A., Fink, C., Petersen, W., & Domnick, C. (2017). Should the ipsilateral hamstrings be used for anterior cruciate ligament reconstruction in the case of medial collateral ligament insufficiency? Biomechanical investigation regarding dynamic stabilization of the medial compartment by the hamstring muscles. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(4), 819-825. <https://doi.org/10.1177/0363546516677728>

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Paterno, M. V., & Quatman, C. E. (2016). Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *Journal of Orthopaedic Research*, 34(11), 1843-1855. <https://doi.org/10.1002/jor.23414>

Hewett, T. E., Zazulak, B. T., & Myer, G. D. (2007). Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(4), 659-668. <https://doi.org/10.1177/0363546506295699>



- Horvath, A., Meredith, S. J., Nishida, K., Hoshino, Y., & Musahl, V. (2020). Objectifying the pivot shift test. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 28(2), 36-40. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000260>
- Chamorro-Moriana, G., Perez-Cabezas, V., Espuny-Ruiz, F., Torres-Enamorado, D., & Ridao-Fernández, C. (2022). Assessing knee functionality: Systematic review of validated outcome measures. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(6). <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101608>
- Chen, W., Li, H., Chen, Y., Jiang, F., Wu, Y., & Chen, S. (2019). Bone–patellar tendon–bone autografts versus hamstring autografts using the same suspensory fixations in ACL reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(11). <https://doi.org/10.1177/2325967119885314>
- Cho, S. -H., Bae, C. -H., & Gak, H. -B. (2013). Effects of closed kinetic chain exercises on proprioception and functional scores of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(10), 1239-1241. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1239>
- Jagadeesh, N., Dhawan, T., Sheik, F., & Shivalingappa, V. Does hamstring graft size affect functional outcome and incidence of revision surgery after primary anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction? *Cureus*, 14(1). <https://doi.org/10.7759/cureus.21158>
- Janda, V., & Pavlů, D. (1993). *Goniometrie*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Jarbo, K. A., Hartigan, D. E., Scott, K. L., Patel, K. A., & Chhabra, A. (2017). Accuracy of the lever sign test in the diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(10). <https://doi.org/10.1177/2325967117729809>
- Jenkins, S. M., Guzman, A., Gardner, B. B., Bryant, S. A., del Sol, S. R., McGahan, P., & Chen, J. (2022). Rehabilitation after anterior cruciate ligament injury: Review of current literature and recommendations. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 15(3), 170-179. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09752-9>

- Jeong, J., Choi, D. -H., & Shin, C. S. (2021). Core strength training can alter neuromuscular and biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(1), 183-192. <https://doi.org/10.1177/0363546520972990>
- Jinglong, L., & Xuhua, X. (2019). Effects of core-stability training on gait improvement in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Clin Exp Med*, 12(5), 5731-5737.
- Joreitz, R., Lynch, A., Popchak, A., & Irrgang, J. (2020). Criterion-based rehabilitation program with return to sport testing following ACL reconstruction: A case series. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 1151-1173. <https://doi.org/10.26603/ijsp20201151>
- Joyce, C. D., Randall, K. L., Mariscalco, M. W., Magnussen, R. A., & Flanigan, D. C. (2016). Bone-patellar tendon-bone versus soft-tissue allograft for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Arthroscopy*, 32(2), 394-402. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.08.003>
- Kapandji, A. (2019). *The physiology of the joints: Volume 2: The lower limb* (6th). Churchill Livingstone.
- Kapreli, E., & Athanasopoulos, S. (2006). The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity. *Medical Hypotheses*, 67(3), 645-650. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2006.01.063>
- Kaya, D., Calik, M., Callaghan, M. J., Yosmaoglu, B., & Doral, M. N. (2018). Proprioception after knee injury, surgery and rehabilitation. *Proprioception in Orthopaedics, Sports Medicine and Rehabilitation*, 123-142. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66640-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66640-2_10)
- Kim, D. K., Park, G., Wang, J. H., Kuo, L. -T., & Park, W. H. (2022). Preoperative quadriceps muscle strength deficit severity predicts knee function one year after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09816-3>

- Kim, H. -J., Lee, J. -H., & Lee, D. -H. (2017). Proprioception in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tears: A Meta-analysis Comparing Injured and Uninjured Limbs. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(12), 2916-2922. <https://doi.org/10.1177/0363546516682231>
- Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Iwasa, J., Myklebust, G., Engebretsen, L., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2010). Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2218-2225. <https://doi.org/10.1177/0363546510373570>
- Kolář, P. ([2020]). *Rehabilitace v klinické praxi* (Druhé vydání). Galén.
- Kostov, H., Slavcho, S., & Kostova, E. (2014). Reliability assessment of arthroscopic findings versus MRI in ACL injuries of the knee. *Acta Informatica Medica*, 22(2). <https://doi.org/10.5455/aim.2014.22.111-114>
- Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Barbosa, O., Maree, D., Pantouveris, M., Bjerregaard, A., Luomajoki, J., Wilhelmsen, J., & Whiteley, R. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(9), 500-514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158>
- Kowalchuk, D. A., Harner, C. D., Fu, F. H., & Irrgang, J. J. (2009). Prediction of patient-reported outcome after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 25(5), 457-463. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.02.014>
- Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R., & Witvrouw, E. (2016). Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(15), 946-951. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095908>
- Lang, P. J., Sugimoto, D., & Micheli, L. J. (2017). Prevention, treatment, and rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries in children. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2017(8), 133-141. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S133940>

- Lelli, A., Di Turi, R. P., Spenciner, D. B., & Dòmini, M. (2016). The “Lever Sign”: a new clinical test for the diagnosis of anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *24*(9), 2794-2797. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3490-7>
- Lepley, L. K., & Palmieri-Smith, R. M. (2016). Pre-operative quadriceps activation is related to post-operative activation, not strength, in patients post-ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *24*(1), 236-246. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3371-0>
- Lepley, L. K., Wojtys, E. M., & Palmieri-Smith, R. M. (2015). Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. *The Knee*, *22*(3), 270-277. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.11.013>
- Li, S., Chen, Y., Lin, Z., Cui, W., Zhao, J., & Su, W. (2012). A systematic review of randomized controlled clinical trials comparing hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, *132*(9), 1287-1297. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1532-5>
- Lim, J. M., Cho, J. J., Kim, T. Y., & Yoon, B. C. (2019). Isokinetic knee strength and proprioception before and after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between home-based and supervised rehabilitation. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, *32*(3), 421-429. <https://doi.org/10.3233/BMR-181237>
- Lisee, C., Lepley, A. S., Birchmeier, T., O’Hagan, K., & Kuenze, C. (2019). Quadriceps strength and volitional activation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, *11*(2), 163-179. <https://doi.org/10.1177/1941738118822739>
- Loro, W. A., Thelen, M. D., Rosenthal, M. D., Stoneman, P. D., & Ross, M. D. (2019). The effects of cryotherapy on quadriceps electromyographic activity and isometric strength in patient in the early phases following knee surgery. *Journal of Orthopaedic Surgery*, *27*(1). <https://doi.org/10.1177/2309499019831454>

- Loucas, M., Loucas, R., D'Ambrosi, R., & Hantes, M. E. (2021). Clinical and radiological outcomes of anteromedial portal versus transtibial technique in ACL reconstruction: A systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(7). <https://doi.org/10.1177/23259671211024591>
- Ma, J., Zhang, D., Zhao, T., Liu, X., Wang, J., Zheng, H., & Jin, S. (2021). The effects of proprioceptive training on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 35(4), 506-521. <https://doi.org/10.1177/0269215520970737>
- Magnussen, R. A., Carey, J. L., & Spindler, K. P. (2011). Does autograft choice determine intermediate-term outcome of ACL reconstruction? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(3), 462-472. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1277-z>
- Magnusson, K., Turkiewicz, A., Hughes, V., Frobell, R., & Englund, M. (2021). High genetic contribution to anterior cruciate ligament rupture: Heritability ~69%. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 385-389. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102392>
- Månsson, O., Kartus, J., & Sernert, N. (2013). Pre-operative factors predicting good outcome in terms of health-related quality of life after ACL reconstruction. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(1), 15-22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01426.x>
- Marieswaran, M., Jain, I., Garg, B., Sharma, V., & Kalyanasundaram, D. (2018). A review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2018, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2018/4657824>
- Mascarenhas, R., Tranovich, M. J., Kropf, E. J., Fu, F. H., & Harner, C. D. (2012). Bone-patellar tendon-bone autograft versus hamstring autograft anterior cruciate ligament reconstruction in the young athlete: a retrospective matched analysis with 2–10 year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(8), 1520-1527. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1735-2>

- McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 33-46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521>
- Mendes, I. E., Ribeiro Filho, J. C., Lourini, L. C., Salvador, M. D., de Carvalho, A. R., Buzanello, M. R., & Bertolini, G. R. F. (2022). Cryotherapy in anterior cruciate ligamentoplasty pain: A scoping review. *Therapeutic Hypothermia and Temperature Management*, 12(4), 183-190. <https://doi.org/10.1089/ther.2021.0032>
- Monfort, S. M., Pradarelli, J. J., Grooms, D. R., Hutchison, K. A., Onate, J. A., & Chaudhari, A. M. W. (2019). Visual-spatial memory deficits are related to increased knee valgus angle during a sport-specific sidestep cut. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(6), 1488-1495. <https://doi.org/10.1177/0363546519834544>
- Moretti, L., Bizzoca, D., Cassano, G. D., Caringella, N., Delmedico, M., & Moretti, B. (2022). Graft intra-articular remodeling and bone incorporation in ACL reconstruction: The state of the art and clinical implications. *Journal of Clinical Medicine*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/jcm11226704>
- MusculoskeletalKey. (2016). *Fastest Musculoskeletal Insight Engine*. <https://musculoskeletalkey.com/video-analysis-of-acl-injury-mechanisms-using-a-model-based-image-matching-technique/>
- Nagai, T., Schilaty, N. D., Strauss, J. D., Crowley, E. M., & Hewett, T. E. (2018). Analysis of lower extremity proprioception for anterior cruciate ligament injury prevention: Current opinion. *Sports Medicine*, 48(6), 1303-1309. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0889-1>
- Ng, W. H. A. (2011). Imaging of the anterior cruciate ligament. *World Journal of Orthopedics*, 2(8). <https://doi.org/10.5312/wjo.v2.i8.75>
- Nicholls, M., Ingvarsson, T., & Briem, K. (2021). Younger age increases the risk of sustaining multiple concomitant injuries with an ACL rupture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 29(8), 2701-2708. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06538-3>

- Nikose, S. S., Nikose, D., Jain, S., Kekatpure, A., Saoji, K., Chaudhary, R., & Pisulkar, G. (2021). Determinants of regeneration and strength of hamstrings after anterior cruciate ligament reconstruction—fate of hamstring tendon. *International Orthopaedics*, *45*(7), 1751-1760. <https://doi.org/10.1007/s00264-020-04932-z>
- Norte, G. E., Knaus, K. R., Kuenze, C., Handsfield, G. G., Meyer, C. H., Blemker, S. S., & Hart, J. M. (2018). MRI-based assessment of lower-extremity muscle volumes in patients before and after ACL reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, *27*(3), 201-212. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0141>
- Ordahan, B., Küçükşen, S., Tuncay, İ., Sallı, A., & Uğurlu, H. (2015). The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, *28*(3), 531-537. <https://doi.org/10.3233/BMR-140553>
- Otsubo, H., Shino, K., Suzuki, D., Kamiya, T., Suzuki, T., Watanabe, K., Fujimiya, M., Iwahashi, T., & Yamashita, T. (2012). The arrangement and the attachment areas of three ACL bundles. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *20*(1), 127-134. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1576-z>
- Palmieri-Smith, R. M., & Lepley, L. K. (2015). Quadriceps strength asymmetry after anterior cruciate ligament reconstruction alters knee joint biomechanics and functional performance at time of return to activity. *The American Journal of Sports Medicine*, *43*(7), 1662-1669. <https://doi.org/10.1177/0363546515578252>
- Paudel, Y. R., Sommerfeldt, M., & Voaklander, D. (2023). Increasing incidence of anterior cruciate ligament reconstruction: a 17-year population-based study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *31*(1), 248-255. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07093-1>
- Perriman, A., Leahy, E., & Semciw, A. I. (2018). The effect of open- versus closed-kinetic-chain exercises on anterior tibial laxity, strength, and function following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *48*(7), 552-566. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7656>

- Petersen, W., & Zantop, T. (2007). Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 454, 35-47. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31802b4a59>
- Piedade, S. R., Dal Fabbro, I. M., Mischan, M. M., Piedade, C., & Maffulli, N. (2017). Static tensioning promotes hamstring tendons force relaxation more reliably than cycling tensioning. *The Knee*, 24(4), 775-781. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.04.017>
- Priyanka, P., Nilima, B., Parag, S., & Ashok, S. (2017). Effects of lumbar core stability exercise programme on knee pain, range of motion, and function post anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation*, 23(1), 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.jotr.2016.10.003>
- Prodromos, C. (2017). *The anterior cruciate ligament: Reconstruction and basic science*(2nd ed.). Elsevier.
- Quelard, B., Sonnery-Cottet, B., Zayni, R., Ogassawara, R., Prost, T., & Chambat, P. (2010). Preoperative factors correlating with prolonged range of motion deficit after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 2034-2039. <https://doi.org/10.1177/0363546510370198>
- RadiologyKey. (2016). *Fastest Radiology Insight Engine*. <https://radiologykey.com/anterior-cruciate-ligament-acl/>
- Rahnemai-Azar, A. A., Sabzevari, S., Irarrázaval, S., Chao, T., & Fu, F. H. (2016). Anatomical individualized ACL reconstruction. *The Archives Of Bone And Joint Surgery*, 4(4), 291-297. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5100442/>
- Reddy, D. V. S., Kamath, S. U., Annappa, R., Krishnamurthy, S. L., Kamath, K., & Mallya, S. (2020). Does preoperative rehabilitation give better shortterm results in anterior cruciate ligament reconstruction? *Ambulatory Surgery*, 26(2), 40-44. [https://ambulatorysurgery.org/wp-content/uploads/2022/06/26.2\\_REDDY.pdf](https://ambulatorysurgery.org/wp-content/uploads/2022/06/26.2_REDDY.pdf)



- Reider, B., Arcand, M. A., Diehl, L. H., Mroczek, K., Abulencia, A., Stroud, C. C., Palm, M., Gilbertson, J., & Staszak, P. (2003). Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, *19*(1), 2-12. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50006>
- Reijman, M., Eggerding, V., van Es, E., van Arkel, E., van den Brand, I., van Linge, J., Zijl, J., Waarsing, E., Bierma-Zeinstra, S., & Meuffels, D. (2021). Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *BMJ*, *2021*(375). <https://doi.org/10.1136/bmj.n375>
- Relph, N., Herrington, L., & Tyson, S. (2014). The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. *Physiotherapy*, *100*(3), 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.11.002>
- Rice, D. A., & McNair, P. J. (2010). Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: Neural mechanisms and treatment perspectives. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, *40*(3), 250-266. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2009.10.001>
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)* (3. vyd). Hanex.
- Risberg, M. A., Grindem, H., & Øiestad, B. E. (2016). We need to implement current evidence in early rehabilitation programs to improve long-term outcome after anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *46*(9), 710-713. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.0608>
- Sadler, T. W. (2018). *Langman's Medical Embryology* (14th). Wolters Kluwer Health.
- Saki, F., Shafiee, H., Tahayori, B., & Ramezani, F. (2023). The effects of core stabilization exercises on the neuromuscular function of athletes with ACL reconstruction. *Scientific Reports*, *13*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29126-6>

- Sánchez, M., Anitua, E., Azofra, J., Prado, R., Muruzabal, F., & Andia, I. (2010). Ligamentization of tendon grafts treated with an endogenous preparation rich in growth factors: Gross morphology and histology. *Arthroscopy*, 26(4), 470-480. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.08.019>
- Shaarani, S. R., O'Hare, C., Quinn, A., Moyna, N., Moran, R., & O'Byrne, J. M. (2013). Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(9), 2117-2127. <https://doi.org/10.1177/0363546513493594>
- Shamah, S., Kaplan, D., Strauss, E. J., & Singh, B. (2017). Anteromedial portal anterior cruciate ligament reconstruction with tibialis anterior allograft. *Arthroscopy Techniques*, 6(1), e93-e106. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2016.09.007>
- Scherer, J. E., Moen, M. H., Weir, A., Schmikli, S. L., Tamminga, R., & van der Hoeven, H. (2016). Factors associated with a more rapid recovery after anterior cruciate ligament reconstruction using multivariate analysis. *The Knee*, 23(1), 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.06.009>
- Siegel, L., Vandenakker-Albanese, C., & Siegel, D. (2012). Anterior cruciate ligament injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(4), 349-355. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182580cd0>
- Sinding, K. S., Nielsen, T. G., Hvid, L. G., Lind, M., & Dalgas, U. (2020). Effects of autograft types on muscle strength and functional capacity in patients having anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Sports Medicine*, 50(7), 1393-1403. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01276-x>
- Skelley, N. W., Lake, S. P., & Brophy, R. H. (2017). Microstructural properties of the anterior cruciate ligament. *Annals of Joint*, 2017(2), 19-19. <https://doi.org/10.21037/aoj.2017.05.08>
- Śmigielski, R., Zdanowicz, U., Drwięga, M., Cizek, B., & Williams, A. (2016). The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone & Joint Journal*, 98-B(8), 1020-1026. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37117>

- Sokal, P. A., Norris, R., Maddox, T. W., & Oldershaw, R. A. (2022). The diagnostic accuracy of clinical tests for anterior cruciate ligament tears are comparable but the Lachman test has been previously overestimated: A systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *30*(10), 3287-3303. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-06898-4>
- Soni, A., Gupta, R. K., Raghav, M., Masih, G. D., & Bansal, P. (2021). Comparison of bone-patellar tendon-bone graft, semitendinosus–gracilis graft and semitendinosus–gracilis with preserved tibial insertion graft in anterior cruciate ligament reconstruction in sports persons. *Malaysian Orthopaedic Journal*, *15*(2), 12-17. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2107.003>
- Sousa, P. L., Krych, A. J., Cates, R. A., Levy, B. A., Stuart, M. J., & Dahm, D. L. (2017). Return to sport: Does excellent 6-month strength and function following ACL reconstruction predict midterm outcomes? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *25*(5), 1356-1363. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3697-2>
- Srinivasalu, S., Pilar, A., Manohar, S. G., Joseph, J., Mohan, M. M., & Amaravathi, R. S. (2022). The effect of preoperative rehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Diseases and Traumatology*, *5*(3). [https://doi.org/10.4103/jodp.jodp\\_25\\_22](https://doi.org/10.4103/jodp.jodp_25_22)
- Suner Keklik, S., Güzel, N., Çobanoğlu, G., Kafa, N., Atağlu, M. B., & Öztemür, Z. (2021). Evaluation of proprioception in patients who underwent ACL reconstruction: measurement in functional position. *Turkish Journal Of Medical Sciences*, *51*(4), 2036-2042. <https://doi.org/10.3906/sag-2004-110>
- Suter, L. G., Smith, S. R., Katz, J. N., Englund, M., Hunter, D. J., Frobell, R., & Losina, E. (2017). Projecting lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis and total knee replacement in individuals sustaining a complete anterior cruciate ligament tear in early adulthood. *Arthritis Care & Research*, *69*(2), 201-208. <https://doi.org/10.1002/acr.22940>

- Suydam, S. M., Cortes, D. H., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L., & Buchanan, T. S. (2017). Semitendinosus tendon for ACL reconstruction: Regrowth and mechanical property recovery. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(6). <https://doi.org/10.1177/2325967117712944>
- Tanaka, S., Inoue, Y., Masuda, Y., Tian, H., Jung, H., & Tanaka, R. (2022). Diagnostic accuracy of physical examination tests for suspected acute anterior cruciate ligament injury: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(5). <https://doi.org/10.26603/001c.36434>
- Tejpal, T., Gupta, A., Shanmugaraj, A., Horner, N. S., Simunovic, N., Peterson, D. C., & Ayeni, O. R. (2019). Anteromedial portal double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction yields similar outcomes to non-AMP femoral drilling double-bundle techniques: A systematic review of comparative studies. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(12). <https://doi.org/10.1177/2325967119888140>
- Tena-Arregui, J., Barrio-Asensio, C., Viejo-Tirado, F., Puerta-Fonollá, J., & Murillo-González, J. (2003). Arthroscopic study of the knee joint in fetuses. *Arthroscopy*, 19(8), 862-868. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(03\)00739-4](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(03)00739-4)
- Toncea, M., & Filipoiu, F. M. (2017). Embryologic development and knee malformations. *Romanian Journal of Anatomy*, 3(16), 203-207. [http://revanatomie.ro/pdf/2017\\_3\\_5.pdf](http://revanatomie.ro/pdf/2017_3_5.pdf)
- Tourville, T. W., Jarrell, K. M., Naud, S., Slauterbeck, J. R., Johnson, R. J., & Beynon, B. D. (2014). Relationship between isokinetic strength and tibiofemoral joint space width changes after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(2), 302-311. <https://doi.org/10.1177/0363546513510672>
- Vaishya, R., Agarwal, A. K., Ingole, S., & Vijay, V. (2015). Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction: A review. *Cureus*, 7(11). <https://doi.org/10.7759/cureus.378>
- Van Dyck, P., Vanhoenacker, F. M., Gielen, J. L., Dossche, L., Van Gestel, J., Wouters, K., & Parizel, P. M. (2011). Three tesla magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament of the knee: can we differentiate complete from partial tears? *Skeletal Radiology*, 40(6), 701-707. <https://doi.org/10.1007/s00256-010-1044-8>

- van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine, 50*(24), 1506-1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
- Wagner, K. J., Sabatino, M. J., Zynda, A. J., Gans, C. V., Chung, J. S., Miller, S. M., Wilson, P. L., & Ellis, H. B. (2020). Activity measures in pediatric athletes: A comparison of the hospital for special surgery pediatric functional activity brief scale and Tegner activity level scale. *The American Journal of Sports Medicine, 48*(4), 985-990. <https://doi.org/10.1177/0363546520904009>
- Waldron, K., Brown, M., Calderon, A., & Feldman, M. (2022). Anterior cruciate ligament rehabilitation and return to sport: How fast is too fast? *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, 4*(1), e175-e179. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.10.027>
- Wang, C., Qiu, J., Wang, Y., Li, C., Kernkamp, W. A., Xi, X., Yu, Y., Li, P., & Tsai, T. -Y. (2023). Loaded open-kinetic-chain exercises stretch the anterior cruciate ligament more than closed-kinetic-chain exercises: In-vivo assessment of anterior cruciate ligament length change. *Musculoskeletal Science and Practice, 63*. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2022.102715>
- Wetters, N., Weber, A. E., Wuerz, T. H., Schub, D. L., & Mandelbaum, B. R. (2016). Mechanism of injury and risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Operative Techniques in Sports Medicine, 24*(1), 2-6. <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2015.09.001>
- Wilding, C. P. T. S. R., Cruz, C. P. T. C. A., Mannino, L. C. D. R. B. J., Deal, C. P. T. J. B., Wake, C. P. T. J., & Bottoni, C. R. (2020). Bone-tendon-autograft anterior cruciate ligament reconstruction: A new anterior cruciate ligament graft option. *Arthroscopy Techniques, 9*(10), e1525-e1530. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.06.021>
- Wilk, K. E., Arrigo, C. A., Bagwell, M. S., & Finck, A. N. (2021). Considerations with open kinetic chain knee extension exercise following ACL reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy, 16*(1). <https://doi.org/10.26603/001c.18983>

- Xie, X., Liu, X., Chen, Z., Yu, Y., Peng, S., & Li, Q. (2015). A meta-analysis of bone–patellar tendon–bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*, 22(2), 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.11.014>
- Yalfani, A., Ebrahimi Atri, A., & Taghizadeh Kerman, M. (2021). The effect of prehabilitation on the self-reported outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Iranian Journal of Health Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.18502/jhs.v9i1.5972>
- Yang, J. -H., Hwang, K. -T., Lee, M. K., Jo, S., Cho, E., & Lee, J. K. (2023). Comparison of a cryopneumatic compression device and ice packs for cryotherapy following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinics in Orthopedic Surgery*, 15(2). <https://doi.org/10.4055/cios21246>
- Yao, S., Fu, B. S. -C., & Yung, P. S. -H. (2021). Graft healing after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 25, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2021.03.003>
- Yoo, H., & Marappa-Ganeshan, R. (2023). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, knee anterior cruciate ligament*. In . StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559233/>
- Yosmaoglu, H. B. (2011). Comparison of functional outcomes of two anterior cruciate ligament reconstruction methods with hamstring tendon graft. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 45(4), 240-247. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2011.2402>
- Zwolski, C., Schmitt, L. C., Quatman-Yates, C., Thomas, S., Hewett, T. E., & Paterno, M. V. (2015). The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(9), 2242-2249. <https://doi.org/10.1177/0363546515591258>

## 11 PŘÍLOHY

### 11.1 Informovaný souhlas účastníku studie

#### Informovaný souhlas

**Název studie (projektu):**

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis autora práce:

Datum:

Datum:

## 11.2 Vyjádření etické komise



Fakulta  
tělesné kultury

### Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.  
Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 4.1. 2024 byl projekt aplikovaného výzkumu (diplomové práce)

**Autor /hlavní řešitel/ Bc. Matyáš Boček**

s názvem **Přínos předoperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu před rekonstrukcí předního zkříženého vazů**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 17/2024  
dne: 29.1.2024

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

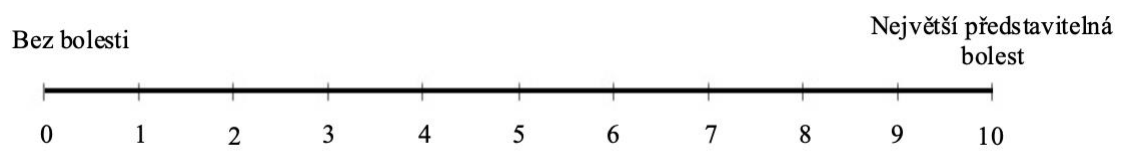
za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury  
Komise etická  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009  
www.ftk.upol.cz



### 11.3 Vizuální analogová škála



## 11.4 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 1

### Předoperační fyzioterapie před rekonstrukcí předního zkříženého vazů - předoperační část.

Vážení respondenti,

Jmenuju se Matyáš Boček a dovoluji mi představit tuto elektronickou anketu, která je zaměřena na Váš zdravotní stav před operací kolenního kloubu, přesněji před operací předního zkříženého vazů. Cílem této ankety je shromáždit informace o stavu, který jste zažíval a jaké možnosti léčby Vám byly poskytnuty. Výzkum probíhá ve spolupráci s Katedrou fyzioterapie FTK UP v Olomouci a DJK fyziologie, s. r. o.. Předem Vám děkuji za jakoukoliv odpověď. Všechny publikované výsledky budou anonymní.

S odesláním formuláře souhlasíte s publikováním odpovědí ve výzkumném projektu diplomové práce - "Přínos předoperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu před rekonstrukcí předního zkříženého vazů".



\* Označuje povinnou otázku

E-mail \*

Váš e-mail: \_\_\_\_\_

Vaše pohlaví: \*

Muž

Žena

Jiné: \_\_\_\_\_

Váš věk: \*

Vaše odpověď \_\_\_\_\_

Měl/a jste někdy problémy či zranění kolenního kloubu, které muselo být řešeno \* operačně?

Ano

Ne

## 11.5 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 2

Pokud jste podstoupil/a operaci kolenního kloubu, tak o jaký výkon se jednalo? \*

- Operace předního zkříženého vazů
- Operace zadního zkříženého vazů
- Operace postranních vazů kolene
- Operace menisků
- Prostá artroskopie kolenního kloubu
- Operaci jsem neprodělal/a
- Jiné: \_\_\_\_\_

Jaká končetina je momentálně poškozena? \*

- Pravá dolní končetina
- Levá dolní končetina

Jak dlouho od poranění čekáte na operační zákrok? \*

- Do 2 týdnů od poranění
- Do 4 týdnů od poranění
- Do 6 týdnů od poranění
- Do 8 týdnů od poranění
- Do 10 týdnů od poranění
- Do 12 týdnů od poranění
- Více jak 12 týdnů od poranění

Podstoupil/a jste předoperační fyzioterapii? \*

- Ano
- Ne

## 11.6 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 3

Zažíváte kulhání? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - žádné kulhání/nejsem si jistý/á, protože používám berle (5)

**Možnost B** - občasné kulhání (3)

**Možnost C** - stálé kulhání (0)

A

B

C

---

Potřebujete kompenzační pomůcky pro chůzi, aby nedošlo k bolestem kolenního kloubu? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - nepoužívám berle ani hole (5)

**Možnost B** - pouze pro mírné odlehčení (2)

**Možnost C** - konstantní bolest s neustálou nutností využívat pomůcky (0)

A

B

C

---

Zažíváte pocit zablokovaného kolenního kloubu? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - žádný pocit zablokování ani přeskokování (15)

**Možnost B** - je přítomný pocit přeskokování, ale bez zablokování kolenního kloubu (10)

**Možnost C** - občasné zablokování kolene (6)

**Možnost D** - pravidelně se koleno zablokuje (2)

**Možnost E** - konstantní zablokování kolene (0)

A

B

C

D

E

## 11.7 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 4

Pocitujete nestabilitu kolenního kloubu? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - koleno je stabilní (25)

**Možnost B** - občasný pocit nestability při intenzivní zátěži (20)

**Možnost C** - pravidelný pocit nestability při intenzivní aktivitě, kdy musím aktivitu přerušit (15)

**Možnost D** - pravidelný pocit nestability během každodenních aktivit (10)

**Možnost E** - časté podlamování kolene během každodenních aktivit (5)

**Možnost F** - při každém kroku dojde k podlomení kolene (0)

A

B

C

D

E

F

---

Jakou bolest kolenního kloubu zažíváte? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - žádná bolest (25)

**Možnost B** - přechodné nebo mírné bolesti během intenzivní aktivity (20)

**Možnost C** - výrazné bolesti během intenzivních aktivit (15)

**Možnost D** - výrazné bolesti, které přijdou po chůzi delší než 1,5 km (10)

**Možnost E** - výrazné bolesti, které přijdou po chůzi kratší než 1 km (5)

**Možnost F** - konstantní bolesti kolenního kloubu (0)

A

B

C

D

E

F

---

Trápí Vás otok kolenního kloubu? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - otok není přítomný (10)

**Možnost B** - otok pouze po intenzivní aktivitě (6)

**Možnost C** - otok se objeví po běžné činnosti (2)

**Možnost D** - neustálý otok kolene (0)

A

B

C

D

## 11.8 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 5

Dělá Vám problém chůze po schodech? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - bez problému (10)

**Možnost B** - mírný problém (4)

**Možnost C** - chůze pouze po jednom schodu naráz (2)

**Možnost D** - sejít schody je nemožné (0)

A

B

C

D

---

Dělal Vám problém dřep? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - bez problému (5)

**Možnost B** - mírný problém (4)

**Možnost C** - nedokážu udělat dřep, který je větší než pravý úhel v kolenu (1)

**Možnost D** - dřepy jsou nemožné (0)

A

B

C

D

## 11.9 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 6

### Předoperační fyzioterapie

Jaké úkony s Vámi fyzioterapeut/ka prováděl/a? \*

- Aktivní cvičení
- Aktivní cvičení ve vývojových pozicích
- Pasivní cvičení
- Elektroléčba
- Ošetření měkkých tkání
- Edukace
- Jiné: \_\_\_\_\_

Měli jste provádět některou z vyjmenovaných aktivit v rámci individuálního cvičení? \*

- Cvičení na posílení svalů
- Cvičení na protažení svalů
- Ošetření měkkých tkání
- Ledování
- Klid a odlehčování
- Ortézování či tejpování
- Jiné: \_\_\_\_\_

## 11.10 Předoperační fyzioterapie elektronická anketa část 7

Došlo k ovlivnění některého z těchto fenoménů během předoperační fyzioterapie? \*

- Snížila se bolest kolenního kloubu
- Subjektivně mi přijde koleno stabilnější
- Zvětšil se můj rozsah kolenního kloubu
- Zmenšil se otok mého kolenního kloubu
- Zlepšila se moje chůze po rovince (komfort, bolest či rychlost)
- Zlepšila se moje chůze po schodech (komfort, bolest či rychlost)
- Jiné: \_\_\_\_\_

Pomocí stupnice vyjádřete Vaši spokojenost s předoperační fyzioterapií. \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Spokojený/á           Nespokojený/á

Dokážete vyjádřit pomocí stupnice, zda měla na Váš stav předoperační fyzioterapie vliv? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Vliv má           Vliv nemá



## 11.11 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 1

# Pooperační fyzioterapie před rekonstrukcí předního zkříženého vazů - pooperační část.

Vážení respondenti,

Jmenuju se Matyáš Boček a dovoluji mi představit tuto elektronickou anketu, která je zaměřena na Váš zdravotní stav po operaci kolenního kloubu, přesněji po operaci předního zkříženého vazů. Cílem této ankety je shromáždit informace o stavu, který jste zažíval a jaké možnosti léčby Vám byly poskytnuty. Výzkum probíhá ve spolupráci s Katedrou fyzioterapie FTK UP v Olomouci a DJK fyziologie, s. r. o.. Předem Vám děkuji za jakoukoliv odpověď. Všechny publikované výsledky budou anonymní.

S odesláním formuláře souhlasíte s publikováním odpovědí ve výzkumném projektu diplomové práce - "Přínos pooperační fyzioterapie na funkci kolenního kloubu před rekonstrukcí předního zkříženého vazů".



\* Označuje povinnou otázku

Vaše pohlaví: \*

Muž

Žena

Jiné: \_\_\_\_\_

Váš věk: \*

Vaše odpověď \_\_\_\_\_

Měl/a jste někdy problémy či zranění kolenního kloubu, které muselo být řešeno \* operačně?

Ano

Ne

Kdy jste podstoupil/a Vaši poslední operaci kolenního kloubu?

DD MM RRRR

\_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

## 11.12 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 2

Jaká končetina byla operována? \*

- Pravá dolní končetina
- Levá dolní končetina

Jakou operaci kolenního kloubu jste momentálně podstoupil/a? \*

- Operace předního zkříženého vazů
- Operace zadního zkříženého vazů
- Operace postranních vazů kolene
- Operace menisků
- Jiné: \_\_\_\_\_

Pokud byl operován přední zkřížený vaz, tak jaký typ štěpu byl využit? \*

Autoštěp - štěp, který pochází z vlastního těla jedince

Aloštěp - štěp, který pochází z těla dárce

BTB (bone-tendon-bone) - operační metoda, při které dochází k odebrání štěpu ze svalů přední části kolenního kloubu

STG (semitendinosus-gracilis) - operační metoda, při které dochází k odebrání štěpu ze svalů na vnitřní části kolenního kloubu

- Autoštěp metodou BTB
- Autoštěp metodou STG
- Aloštěp
- Nepodstoupil jsem operaci předního zkříženého vazů

Podstoupil/a jste předoperační fyzioterapii? \*

- Ano
- Ne

### 11.13 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 3

Zažíval/a jste po absolvování rehabilitací kulhání? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - žádné kulhání (5)

**Možnost B** - občasné kulhání (3)

**Možnost C** - stálé kulhání (0)

A

B

C

---

Potřeboval/a jste po absolvování rehabilitací kompenzační pomůcky pro chůzi, aby nedošlo k bolestem kolenního kloubu? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - nepoužíval/a jsem berle ani hole (5)

**Možnost B** - pouze pro mírné odlehčení (2)

**Možnost C** - konstantní bolest s neustálou nutností využívat pomůcky (0)

A

B

C

---

Zažíval/a jste pocit zablokovaného kolenního kloubu po absolvování rehabilitací? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - žádný pocit zablokování ani přeskokování (15)

**Možnost B** - je přítomný pocit přeskokování, ale bez zablokování kolenního kloubu (10)

**Možnost C** - občasné zablokování kolene (6)

**Možnost D** - pravidelně se koleno zablokuje (2)

**Možnost E** - konstantní zablokování kolene (0)

A

B

C

D

E

## 11.14 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 4

Pociťoval/a jste nestabilitu kolenního kloubu po absolvování rehabilitací? (čísla \* slouží pro bodový výsledek)

**Možnost A** - koleno je stabilní (25)

**Možnost B** - občasný pocit nestability při intenzivní zátěži (20)

**Možnost C** - pravidelný pocit nestability při intenzivní aktivitě, kdy musím aktivitu přerušit (15)

**Možnost D** - pravidelný pocit nestability během každodenních aktivit (10)

**Možnost E** - časté podlamování kolene během každodenních aktivit (5)

**Možnost F** - při každém kroku došlo k podlomení kolene (0)

A

B

C

D

E

F

Jakou bolest kolenního kloubu jste zažíval/a po absolvování rehabilitací? (čísla \* slouží pro bodový výsledek)

**Možnost A** - žádná bolest (25)

**Možnost B** - přechodné nebo mírné bolesti během intenzivní aktivity (20)

**Možnost C** - výrazné bolesti během intenzivních aktivit (15)

**Možnost D** - výrazné bolesti, které přijdou po chůzi delší než 1,5 km (10)

**Možnost E** - výrazné bolesti, které přijdou po chůzi kratší než 1 km (5)

**Možnost F** - konstantní bolesti kolenního kloubu (0)

A

B

C

D

E

F

---

Trápil Vás otok kolenního kloubu po absolvování rehabilitací? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - otok nebyl přítomný (10)

**Možnost B** - otok pouze po intenzivní aktivitě (6)

**Možnost C** - otok se objevil po běžné činnosti (2)

**Možnost D** - neustálý otok kolene (0)

A

B

C

D

## 11.15 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 5

Dělala Vám problém chůze po schodech po absolvování rehabilitací? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - bez problému (10)

**Možnost B** - mírný problém (4)

**Možnost C** - chůze pouze po jednom schodu naráz (2)

**Možnost D** - sejít schody bylo nemožné (0)

A

B

C

D

---

Dělal Vám problém dřep po absolvování rehabilitací? (čísla slouží pro bodový výsledek) \*

**Možnost A** - bez problému (5)

**Možnost B** - mírný problém (4)

**Možnost C** - nedokázal/a jsem udělat dřep, který je větší než pravý úhel v koleni (1)

**Možnost D** - dřepy byly nemožné (0)

A

B

C

D

## 11.16 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 6

Kdy bylo dosaženo plného propnutí na Vašem operovaném kolenním kloubu? \*

- Do 2 týdnů
- Do 3 týdnů
- Do měsíce
- Do 2 měsíců
- Do 3 měsíců
- Rozsah pohybu není stále plný

---

Kdy bylo dosaženo plného pokrčení na Vašem operovaném kolenním kloubu? \*

- Do 2 týdnů
- Do 3 týdnů
- Do měsíce
- Do 2 měsíců
- Do 3 měsíců
- Rozsah pohybu není stále plný

## 11.17 Pooperační fyzioterapie elektronická anketa část 7

Tegnerova škála aktivity slouží pro určení úrovně aktivity, před a po zraněním podle Vašich možností. Pozorně si tabulku přečtete a poté jí využijete v následujících dvou odpovědích.

### Úroveň 10

*Kompetitivní sport na ligové úrovni – fotbal, americký fotbal a ragby*

### Úroveň 9

*Kompetitivní sport na amatérské úrovni – fotbal, americký fotbal a ragby  
Kompetitivní sport na ligové úrovni – hokej, gymnastika a wrestling*

### Úroveň 8

*Kompetitivní sport – atletika (skoky apod.), squash a badminton, sjezdové lyžování, raketbal a bandy*

### Úroveň 7

*Kompetitivní sport – tenis, atletika (běh), basketbal, házená, motosport  
Rekreační sport – fotbal, americký fotbal, ragby, běh, hokej, squash, raketbal, bandy, sjezdové lyžování*

### Úroveň 6

*Rekreační sportovec – tenis, basketbal, badminton, házená, sjezdové lyžování, běh (alespoň 5x týdně)*

### Úroveň 5

*Kompetitivní sport – kolo, běh na lyžích  
Rekreační sport – běhání mimo trať (nerovná podložka; alespoň 2x týdně)  
Těžká práce – práce konstrukčního typu apod. (stavebnictví, lesnictví)*

### Úroveň 4

*Středně těžká práce – těžká domácí práce, obsluhování nákladního vozidla apod.*

### Úroveň 3

*Lehká práce - ošetřovatelství apod.  
Kompetitivní a rekreační sport – plavání  
Jedince zvládne chůzi v lese*

### Úroveň 2

*Lehká práce  
Jedince zvládne chůzi po nerovném terénu, ale nezvládne chůzi v lese*

### Úroveň 1

*Sedavá práce  
Jedince zvládne chůzi po rovině*

### Úroveň 0

*Nemocenská nebo invalidní důchod z důvodu problémům s kolenem*

Vyberte úroveň z tabulky, podle toho, co jste zvládal/a před operací: \*

Vyberte úroveň z tabulky, podle toho, co jste zvládal/a po operaci: \*

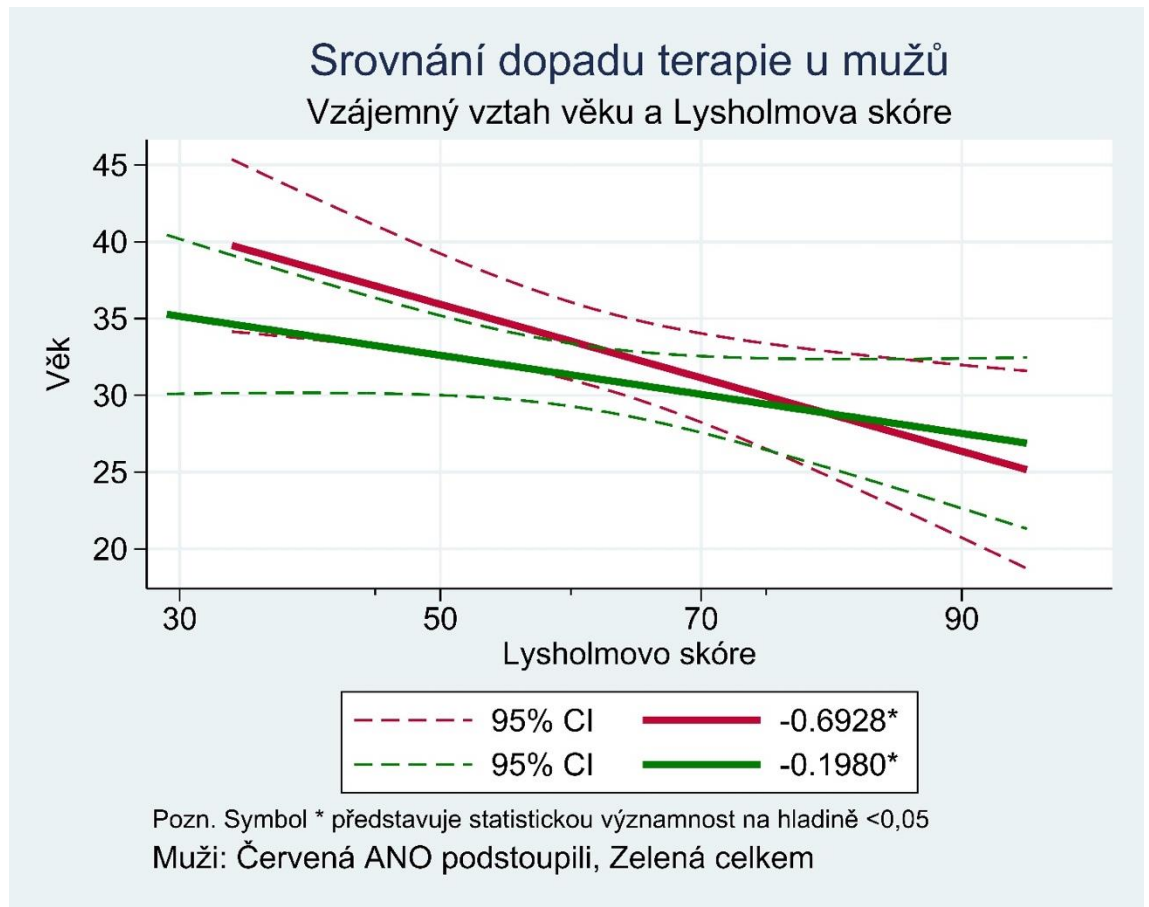
## 11.18 Lysholmova škála aktivity s bodovým ohodnocením

Lysholmova škála aktivity

	Možnost A	Možnost B	Možnost C	Možnost D	Možnost E	Možnost F
<b>Zažíváte kulhání?</b>	Žádné kulhání (5)	Občasné kulhání (3)	Stále kulhání (0)			
<b>Potřebujete kompenzační pomůcky pro chůzi, aby nedošlo k bolestem kolenního kloubu?</b>	Nepoužívám berle ani hole (5)	Pouze pro mírné odlehčení (2)	Konstantní bolest s neustálou nutností využívat pomůcky (0)			
<b>Zažíváte pocit zablokovaného kolenního kloubu?</b>	Žádný pocit zablokování ani přeskakování (15)	Je přítomný pocit přeskakování, ale bez zablokování kolenního kloubu (10)	Občasné zablokování kolene (6)	Pravidelně se koleno zablokuje (2)	Konstantní zablokování kolene (0)	
<b>Pocítujete nestabilitu kolenního kloubu?</b>	Koleno je stabilní (25)	Občasný pocit nestability při intenzivní zátěži (20)	Pravidelný pocit nestability při intenzivní aktivitě, kdy musím aktivitu přerušit (15)	Pravidelný pocit nestability během každodenních aktivit (10)	Časté podlamování kolene během každodenních aktivit (5)	Při každém kroku došlo k podlomení kolene (0)
<b>Jakou bolest kolenního kloubu zažíváte?</b>	Žádná bolest (25)	Přechodné nebo mírné bolesti během intenzivní aktivity (20)	Výrazné bolesti během intenzivních aktivit (15)	Výrazné bolesti, které přijdou po chůzi delší než 1,5 km (10)	Výrazné bolesti, které přijdou po chůzi kratší než 1 km (5)	Konstantní bolesti kolenního kloubu (0)
<b>Trápí Vás otok kolenního kloubu?</b>	Otok není přítomný (10)	Otok pouze po intenzivní aktivitě (6)	Otok se objeví po běžné činnosti (2)	Neustálý otok kolene (0)		
<b>Dělá Vám problém chůze po schodech?</b>	Bez problému (10)	Mírný problém (4)	Chůze pouze po jednom schodu naráz (2)	Sejít schody je nemožné (0)		
<b>Dělá Vám problém dřep?</b>	Bez problému (5)	Mírný problém (4)	Nedokážu udělat dřep, který je větší než pravý úhel v koleni (1)	Dřepy jsou nemožné (0)		



### 11.19 Vzájemný vztah věku a Lysholmova skóre (StataBE17)



## 11.20 Potvrzení o překladu

Překlad proveden dne 17.4.2024 certifikovanou agenturou PROFIPŘEKLADATEL.

