

Univerzita Karlova

Lékařská fakulta v Plzni



Autoreferát disertační práce

Možnosti ovlivnění vhojování a ligamentizace štěpu při anatomické rekonstrukci předního zkříženého vazů – zhodnocení krátkodobých klinických výsledků prospektivní randomizované studie

Possibilities of influencing the healing and ligamentization of the graft during anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament – Results of the Prospective Randomised Study

MUDr. Jan Kasl

Plzeň, 2022

Disertační práce byla vypracována v rámci kombinovaného doktorského studijního programu

Ortopedie na Klinice ortopedie traumatologie pohybového ústrojí LF UK v Plzni.

Uchazeč: MUDr. Jan Kasl

Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí LF UK a FNv Plzni, Alej Svobody
80, 306 40 Plzeň

Předseda oborové rady: doc. MUDr. Tomáš Pavelka, Ph.D.

Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí LF UK a FNv Plzni, Alej Svobody
80, 306 40 Plzeň

Školitel: doc. MUDr. Jiří Matějka, Ph.D.

Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí LF UK a FNv Plzni, Alej Svobody
80, 306 40 Plzeň

Oponenti:

prof. MUDr. Libor Paša, Ph.D.

Klinika traumatologie LF MU a Úrazové nemocnice, Brno

doc. MUDr. Jaroslav Pilný, Ph.D.

Katedra chirurgie, Ostravská Univerzita

Obhajoba disertační práce před komisí pro obhajobu disertačních prací studijního programu Ortopedie se koná dne: 01.03.2022

Místo obhajoby: Přednášková aula chirurgického komplementu,
2. PP, FN Plzeň Lochoťín.

S disertační prací je možno se seznámit na děkanátu Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni, Husova 3, Plzeň.

Obsah

Obsah	3
1. Úvod	6
2. Materiál a metodika	8
2.1. Stanovené hypotézy	9
2.2. Soubor pacientů	9
2.3. Metodika	10
2.4. Předoperační hodnocení	11
2.5. Měření přístrojem Genourob	11
2.6. Zařazení pacientů do studie a randomizace	12
2.7. Operační postup	12
2.8. Režim po operaci u obou skupin pacientů	16
2.9. Klinické hodnocení v jednom roce od operace	16
2.10. Statistické hodnocení výsledků	16
2.11. Způsob posuzování pooperačních MRI nálezů na štěpu ACL	17
2.12. Statistické zhodnocení MRI výsledků	19
3. Výsledky	20
3.1. Výsledky v 6. pooperačním měsíci	20
3.2. Výsledky ve 12. pooperačním měsíci	21
3.3. Výsledky komparace MRI nálezů v 6. versus 12. měsíci	22
3.4. Výsledky objektivních a subjektivních kritérií	22
5. Závěr	34
6. Seznam použité literatury	35
Seznam obrázků	43
Seznam tabulek	44
Přehled publikační činnosti autora	45
Přednášky na odborných setkáních	46

Abstrakt

Cíle

Prospektivní, randomizovaná, nezaslepená studie o účincích použití fibrinu bohatého na destičky (PRF) při rekonstrukci předního zkříženého vazů.

Metody

Zpočátku bylo do studie zařazeno 40 pacientů v letech 2012 až 2014, kteří byli randomizováni k léčbě s (n=20, intervenční skupina) nebo bez (n=20) použití PRF (skupina kontrolní). Průměrný věk při zařazení byl 29,1 let, s 12 pacientkami a 28 pacienty. Vivostat® PRF byl získán z krve pacienta a aplikován na hamstringový štěp. Hojení dokumentované magnetickou rezonancí (MRI) bylo hodnoceno v 6. a 12. měsíci. Parametry klinického výsledku i standardizované hodnocení laxity kolene pomocí zařízení GenouRob byly shromážděny po 12 měsících.

Výsledky

Plné sledování dokončilo 33 pacientů (17 z intervenční skupiny, 16 z kontrolní). Ve dvou případech bylo dokumentováno selhání štěpu (vyskytlo se v kontrolní skupině). Nebyly však žádné rozdíly v postupu remodelace u MRI pomocí log-rank testu ($p=0,07$). Nebyl žádný rozdíl v návratu k předúrazovým sportovním aktivitám ($p=0,232$), výsledky Lysholma a IKDC skóre ($p=0,259$ a $p=0,364$ v tomto pořadí). Měření laxity kolena neprokázalo žádné rozdíly mezi intervenční a kontrolní skupinou.

Diskuse

Podobné výsledky, které jsme zjistili v naší studii, byly recentně publikovány také jinými světovými autory. Je možné předpokládat, že použití PRF může být výhodné zejména s ohledem na časnou fázi hojení. Výsledky je nutné verifikovat na větším počtu pacientů a design studie by měl být zaměřený na vývoj v časně pooperační době.

Závěr

V našem souboru nebylo prokázáno rychlejší vhojování štěpu ani rychlejší ligamentizace štěpu ACL ve skupině, kde byl peroperačně aplikován PRF v průběhu artroskopické rekonstrukce ACL šlachovým autoštěpem z hamstringů. Nebyl prokázán žádný signifikantní rozdíl v posuzovaných klinických parametrech.

Summary

Aims

Prospective, randomized, non-blinded study, on the effects of use of platelet-rich fibrin (PRF) in anterior cruciate ligament reconstruction surgery.

Methods

Initially, 40 patients between 2012 and 2014 were enrolled in the study and randomized for the treatment with (n=20, intervention group) or without (n=20) the use of PRF (controls). The average age was 29.1 years at inclusion, with 12 female and 28 male patients. Vivostat ® PRF was obtained from patient blood and applied onto the hamstring graft. Magnetic resonance imaging (MRI) documented healing was evaluated at 6 and 12 months. Clinical outcome parameters as well as standardized evaluation of knee laxity using the GenouRob device were collected at 12 months.

Results

Thirty-three patients completed the full follow-up (17 intervention, 16 control). In two cases, a graft tear was documented (occurred in the control group). However, there were no differences in the remodeling progress in MRI using the log-rank test ($p=0.07$). There was no difference in the return to pre-injury sport levels ($p=0.232$), Lysholm and IKDC scores ($p=0.259$ and $p=0.364$ respectively). Knee laxity measurements showed no differences between the intervention and control groups.

Discussion

Similar results we found in our study have recently been published by other world authors. It can be assumed that the use of PRF may be advantageous especially with regard to the early healing phase. The results need to be verified on a larger number of patients, the design of the study should be focused on development in the early postoperative period.

Conclusion

Our group did not show faster graft healing or faster ligamentization ACL in the group where PRF was applied perioperatively during arthroscopic reconstruction of the ACL by hamstring tendon autograft. There was no significant difference in the assessed clinical parameters.

1. Úvod

Anatomická rekonstrukce předního zkříženého vazů (ACL) má za cíl obnovit anatomii ACL a biomechaniku kolenního kloubu pokud možno na předúrazovou úroveň. Cílem výkonu je navrátit pacienta co nejdříve do plné běžné denní i sportovní aktivity a zabránit rozvoji poúrazové artrózy. Doba návratu do plné zátěže je u každého pacienta individuální, závisí na rychlosti a kvalitě vhojení a ligamentizace štěpu a probíhá minimálně 6 až 8 měsíců. Pro řadu pacientů je však toto období příliš dlouhé a očekávají dřívější návrat k běžným denním i sportovním předúrazovým aktivitám.

Již dříve na našem pracovišti (KOTPÚ) probíhal výzkum zaměřený na prokázání podpory hojení chrupavčitých defektů kolenního kloubu pomocí aplikace PRF, který byl získáván po odběru 120 ml vlastní krve a po přípravě v systému Vivostat, byl artroskopicky aplikován přímo do ošetřeného chondrálního defektu v kolenním kloubu. Pozitivní efekt na hojení měkkých tkání byl již prokázán například ve studii na loketním kloubu. Přístroj se již hojně používá k přípravě druhé autologní substance - fibrinového lepidla. Zejména se jedná o obory kardiologie, neurochirurgie a cévní chirurgie kde eliminuje riziko per a pooperačního krvácení z oblasti cévních anastomóz, urychluje tím hemostázu v místě sutury a snižuje tím operační čas.

Jedním z nejčastějších rekonstrukčních artroskopických výkonů je rekonstrukce předního zkříženého vazů (ACL). Tradičně prováděné transtibiálně cílené, tj. neanatomické, techniky rekonstrukce ACL (T-ACL) sice vrací část operovaných zpět do běžného denního i sportovního života, ale až u 90 % z nich byla rentgenologicky prokázána přítomnost degenerativních změn kolena ve většině studií hodnotících již střednědobé výsledky T-ACL. Při kritickém zhodnocení výsledků T-ACL v literatuře publikovaných již před více než deseti lety je patrné, že 10–30 % operovaných trpí přetrvávajícími bolestmi a reziduální nestabilitou po T-ACL.

Bylo také zjištěno, že T-ACL nedokonale obnovuje normální kinematiku kolena,

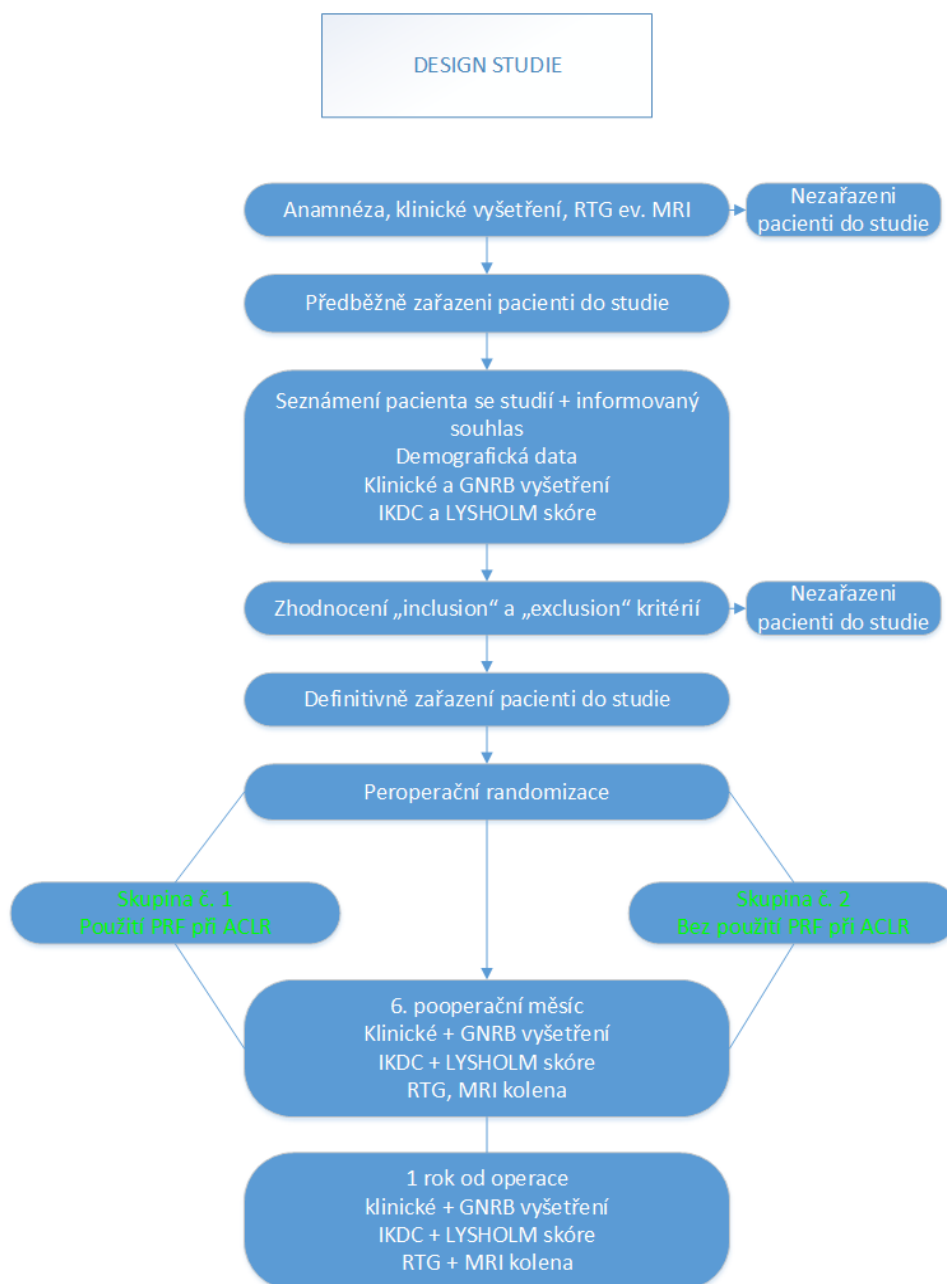
zejména tibiální rotaci, a že anatomická rekonstrukce ACLR v porovnání s T-ACLR přesněji restauruje anatomii, biomechaniku a kinematiku kolenního kloubu (9).

Anatomická rekonstrukce ACL (ACLR) je definována jako co nejpřesnější obnova funkce, původních rozměrů, kolagenní orientace, velikosti a geometrie úponových oblastí původního ACL. Nutností k dosažení dokonalého výsledku ACLR je nezbytná nejenom výborná znalost a respektování anatomie celého kolena, ale zejména samotného ACL. Vzhledem k výrazné interindividuální variabilitě v anatomii samotného vazů i odlišným potřebám a očekáváním každého pacienta je nutný individuální přístup nejen ve volbě operační techniky, ale i v dalších krocích samotné ACLR. Cílem ACLR je nejenom navrátit pacienta co nejbližší k předúrazové úrovni zátěže, ale také maximálně eliminovat rozvoji poúrazových degenerativních změn kolena.

Prezentujeme zde klinické výsledky prospektivní randomizované studie srovnávající dvě skupiny pacientů splňujících indikační kritéria pro provedení ACLR techniky, u kterých byla provedena anatomická rekonstrukce ACL single-bundle technikou pomocí autoštetpu musculus semitendinosus (m ST) a gracilis (m G) s fixací interferenčními vstřebatelnými šrouby a tightropem s odstupem jednoho roku od operace.

2. Materiál a metodika

Zařazení pacienti do této studie byli operováni v letech 2012 až 2014. Prospektivně randomizovaná komparativní studie měla před jejím začátkem připraven přesný design (viz Obrázek 1). Pacientům s výbornou compliance a motivací navrátit se k předúrazovým aktivitám byla nabídnuta možnost účastnit se této studie a pokud předběžně souhlasili, byli důkladně poučeni o jejím průběhu a podmínkách, poté podepsali informovaný souhlas s účastí na připravené studii.



Obrázek 1. Design studie

2.1. Stanovené hypotézy

1. hypotéza – pacienti, kterým bude během operačního výkonu aplikován fibrin bohatý na destičkové faktory (PRF), budou mít při pooperačním hodnocení rychlejší a kvalitnější vhojování a ligamentizaci štěpu, tj. výraznější změnu homogenity a intenzity signálu na MRI ACL operovaného kolena v porovnání s pacienty bez použití PRF.

2. hypotéza – pacienti, u kterých se použilo peroperačně PRF, budou mít statisticky významně vyšší procento dřívějšího návratu k předúrazovým aktivitám a nižší výskyt selhání štěpu ACL v první pooperačním roce.

3. hypotéza – Pacienti s peroperační aplikací PRF budou mít statisticky významně lepší výsledky posuzovaných objektivních i subjektivních kritérií.

2.2. Soubor pacientů

Prospektivně randomizovaná studie čítala na svém začátku celkem 40 pacientů splňující indikační kritéria (viz Tabulka 1), z toho jsme v jejím průběhu během 1. roku vyřadili celkem 7 sledovaných z důvodu nedodržení pravidel studie.

Tabulka 1. Soubor pacientů ve studii a jejich demografická data

	Celkem	ACLR + PRF	ACLR bez PRF
Počet zařazených pacientů (zhodnoceno)	40 (33)	20 (17)	20 (16)
Průměrný věk (roky)	29,1	28,2	29,9
Pohlaví (ženy/muži)	12/28	4/196	8/12
Průměrný odstup úrazu od operace (týdny)	15,9	16,6	19,1
Počet levých/pravých kolen	16/24	7/13	9/11

S odstupem minimálně 1 roku od operace jsme zhodnotili výsledky u 33 pacientů (17 ACLR s PRF a 16 ACLR bez PRF). Jednalo se o 10 žen a 23 mužů s průměrným věkem 29,1 let, ve skupině s PRF průměr 28,2 a ve sk. bez PRF 29,9 let, a s odstupem od úrazu v průměru 15,9 týdne, u kterých jsme provedli na základě randomizace ACLR s PRF nebo bez PRF u 21 pravých a 12 levých kolen (sk. s PRF 12 pravá/5 levá a sk. Bez PRF 9/7) (viz Tabulka 1).

2.3. Metodika

Pacienti zúčastnění na studii museli splňovat následující indikační kritéria: věk 18–45 let, kompletní rupturu ACL jednoho kolena diagnostikovanou do 6 měsíců od úrazu, motivovanost k návratu předúrazových aktivit a výbornou compliance (viz Tabulka 2).

Studie se nemohli zúčastnit pacienti, u kterých bylo přítomno některé z následujících vylučujících kritérií: předchozí poranění téhož kolena, úraz nebo operace druhého kolena, ruptura buď obou menisků, nebo jednoho z nich, vyžadující resekci více než 1/3 menisku, dále prováděná sutura menisku, přítomnost chondrální léze III. a IV. stupně dle Outerbridge v jakékoliv lokalitě kolena, multiligamentózní poranění kolena, známky zánětu či gonartrózy, přítomnost růstových fýz a jakákoliv kontraindikace k provedení MRI.

Tabulka 2. Shrnutí inkluzních a exkluzních kritérií

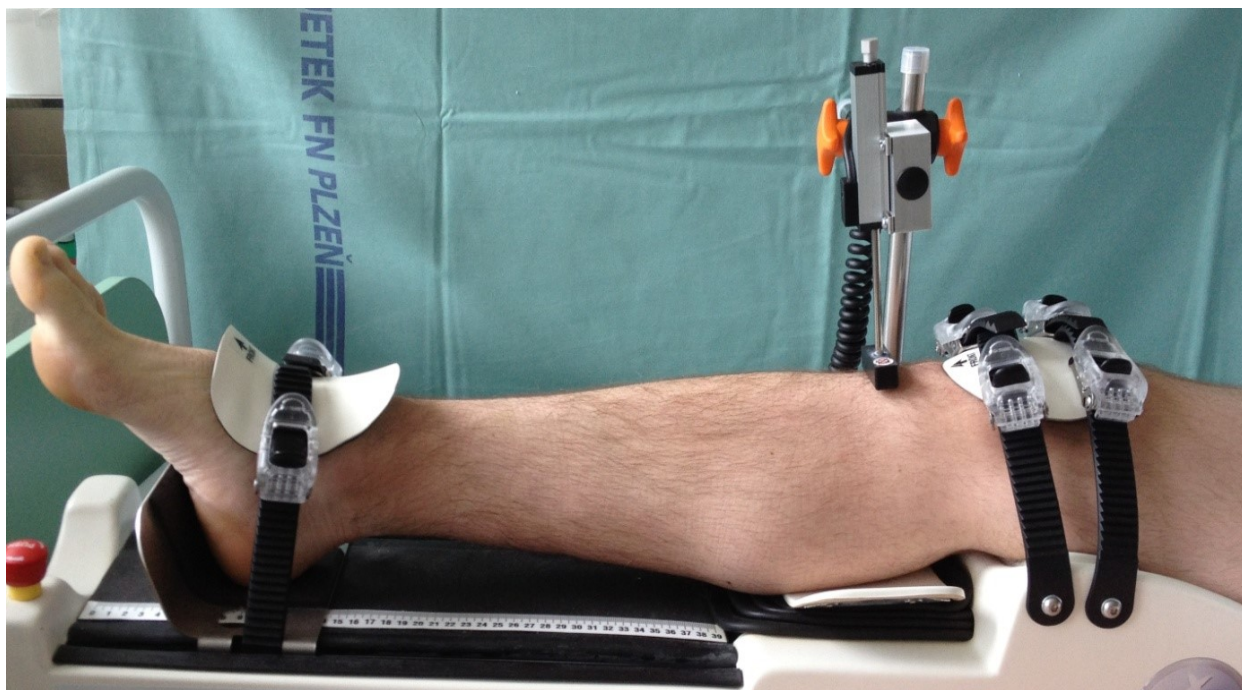
Kritéria pro inkluzi	18–45 let kompletní izolovaná ruptura min. 6 týdnů a max. 6 měsíců od úrazu motivace k návratu do předúrazové sportovní zátěže
Kritéria pro exkluzi	předchozí poranění téhož kolene úraz nebo operace druhého kolene ruptura obou menisků ruptura jednoho menisku vyžadující resekci více než 1/3 provedení sutury menisku chondropatie III. nebo IV. stupně dle Outerbridge multiligamentózní poranění kolene známky zánětu nebo gonartrózy kontraindikace k provedení MRI

2.4. Předoperační hodnocení

Pacientům zařazeným do studie byla předoperačně odebrána anamnéza a demografická data. Ze subjektivích kritérií bylo zhodnoceno předoperační Lysholmovo (0-100 bodů) a IKDC skóre (0-100). Z objektivních kritérií jsme posuzovali při klinickém vyšetření při plném vědomí: rozsah hybnosti (ROM) zdravého a operovaného kolena, stranovou diferencí velikosti ventrální laxity obou kolen ve 20° flexi pomocí laximetru Genourob (GNRB), pivot shift test (PST), přední zásuvkový test (PZT) a Lachmanův test (LT).

2.5. Měření přístrojem Genourob

Ventrální laxita poraněného a zdravého kolena byla objektivně měřena při plném vědomí pacienta přístrojem Genourob. GNRB měří sagitální ventrální translaci tibie při flexi kolena 20°, podobně jako při Lachmanově testu (viz obrázek 1).



Obrázek 2. Fotografie přístroje Genourob v praxi

Fixovanou končetinu pomocí pásků kolem hlezna a kolena v přístroji v nulové rotaci, přístroj v průběhu testu vyvíjí tlak na zadní stranu horní části lýtky

v rozsahu 67 až 250 Newtonů (N). Velikost ventrálního posunu tibie vůči distálnímu femuru je zaznamenávána s přesností na 0,1 mm pomocí citlivého senzoru umístěného přesně nad tuberozitou tibie. Získané hodnoty míry posunu při určitých tlacích byly zaznamenávány v připojeném počítači a z těchto hodnot byla vytvořena křivka pro každé koleno zvlášť. Každý měřený pacient měl svůj elektronický soubor, ve kterém byly automaticky zaznamenávány výsledky měření a data o pacientovi. Vždy byla měřena obě kolena, zdravé a poraněné, a byla posuzována stranová diference při určitých tlacích. My jsme porovnávali hodnoty posunu při 124 N a 250 N. Doposud publikované studie prokázaly vyšší přesnost a velmi dobrou reprodukovatelnost výsledků u tohoto přístroje v porovnání s jinými přístroji .

2.6. Zařazení pacientů do studie a randomizace

Definitivní zařazení pacientů do studie proběhlo až na začátku vlastního arthroscopického výkonu. V celkové narkóze jsme nejprve vyšetřili znovu míru laxity kolena (PST, Lachmann test a PZT). Provedli jsme diagnostickou arthroscopii a pakliže splňovali operovaní výše zmíněná indikační kritéria a nebyla přítomna kritéria vylučující, mohli být definitivně zařazeni do studie. Randomizace pacientů do jedné ze dvou skupin probíhala až po definitivním zařazení pacientů do studie na začátku arthroscopie. Prováděli jsme ji obálkovou metodou. Pacienti byli touto metodou vybráni buďto do první skupiny, kde následovalo provedení ACLR s peroperační aplikací PRF nebo do druhé skupiny, kde podstoupili ACLR bez PRF. Do první skupiny (ACLR + PRF) bylo původně zařazeno celkem 20 a do druhé skupiny (ACLR bez PRF) taktéž 20 operovaných. Předoperační vyšetření, randomizaci a samotný operační výkon u všech sledovaných provedli dva operatři. Pacienti nebyli informováni, do které ze dvou skupin byli definitivně zařazeni.

2.7. Operační postup

U první skupiny pacientů byla nutná předoperační příprava PRF v systému Vivostat skládající se z procesoru a aplikátoru (viz **Obrázek 3**). Na oddělení jsme před odjezdem na operační sál odebrali operovanému pacientovy

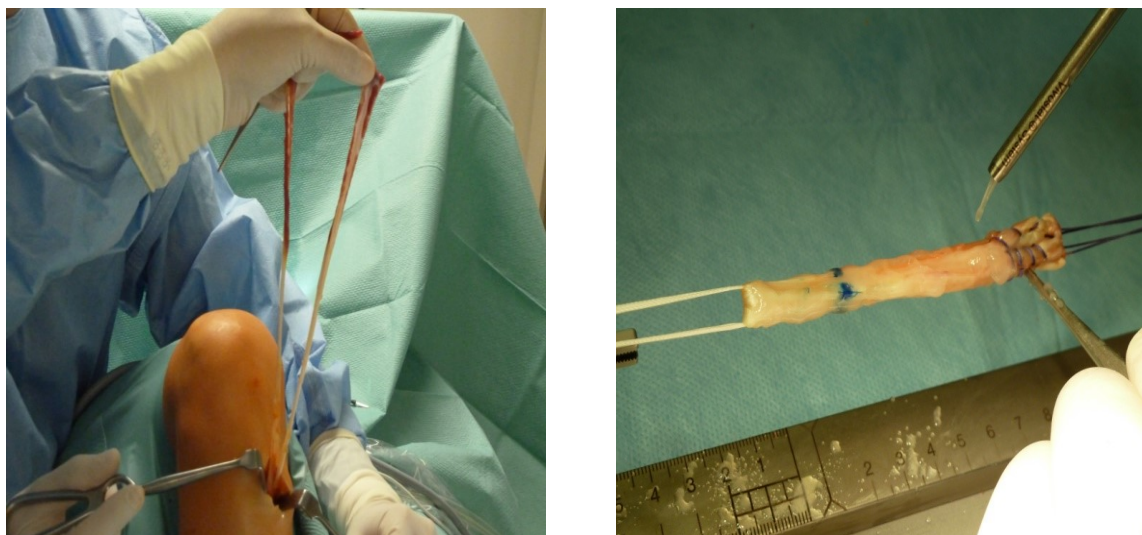
ta byla použita systémem Vivostat (procesor) k přípravě PRF a následné peroperační aplikaci (aplikátor) na operačním sále.



Obrázek 3. Vivostat processor a aplikátor (www.vivostat.com/products/the-vivostat-system)

Operační výkon byl u obou skupin totožný, mimo aplikace PRF. Po diagnostické artroskopii (ASK), jsme pokračovali odběrem vždy obou šlach musculus semitendinosus a m. gracilis z anteromediální kožní incize v úrovni pes anserinus (viz Obrázek 4 **Obrázek 4.**). Dále jsme připravili štěp ACL. Vždy jsme použili šlachu m. ST
i šlachu m. G. Obě šlachy jsme přeložili na polovinu k získání minimálně

kvadruštěpu, podle toho, jak byla každá šlacha široká a také podle rozměrů původního femorálního úponu ACL, tak abychom zejména u původně větších ACL obnovili co největší procento plochy nativních úponových oblastí. Takto získané štěpy byly následně prošity a tonizovány na vedlejší lavici.



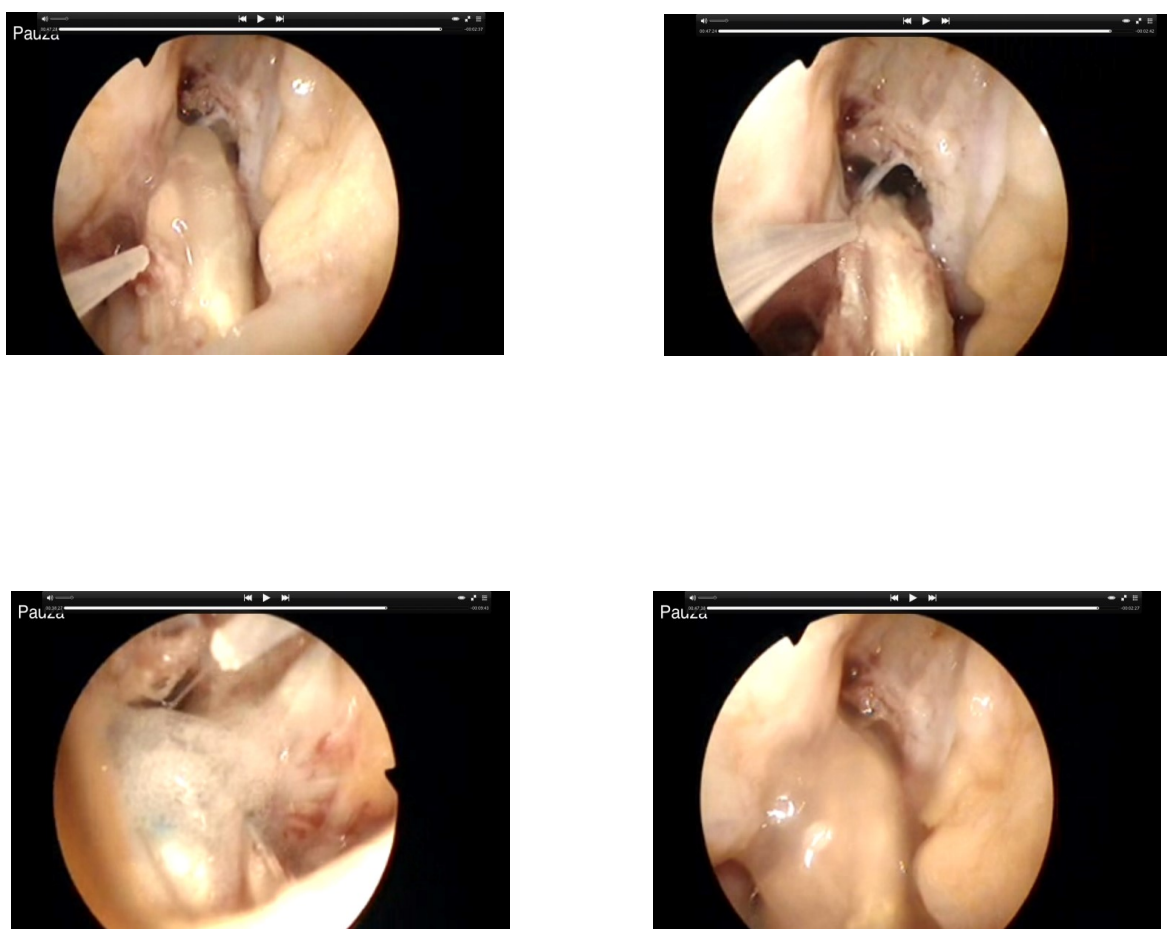
Obrázek 4. Fotografie z operačního sálu při odběru štěpů a aplikaci PRF

U první skupiny pacientů jsme po tonizaci na štěp aplikovali PRF. V průběhu přípravy štěpu asistenci operatér pokračoval ve vlastní ACLR. Bylo standardně využito tří operačních vstupů. Anterolaterální (AL) port pro dokonalou vizualizaci tibiálního úponu ACL, dále anteromediální (AM) a akcesorní anteromediální (AAM) porty. AM port byl použit zejména pro zavedení optiky ke správné vizualizaci femorálního úponu ACL a AAM port jak pro zavedení optiky, tak jako pracovní při cílení a vrtání femorálního kanálu. Oblast původního tibiálního a femorálního úponu byla vyčištěna od zbytků ACL tak, aby bylo možné označit centra původního úponu na femuru a tibií. V případě potřeby jsme provedli notch plastiku. Půměry štěpů byly měřeny s přesností na 1 mm a velikost vrtáků byla stejná jako naměřený průměr štěpu.

V obou skupinách při technice ACLR, jsme nejprve označili střed původního úponu ACL na tibií tj. přesně mezi úponem PL a AM porce ACL. Následovalo předvrtání tibiálního kanálu pod úhlem 45–55° vůči rovině plata tibiie. Femorální kanál byl cílen anteromediální technikou, tzn. nejprve označen a následně předvrtán

z AAM portu opět do centra původního femorálního úponu ACL, tj. mezi AM a PL porci, distálně od laterální interkondylární hrany. U první skupiny pacientů jsme aplikovali PRF do nitra předvrtaného tibiálního i femorálního kanálu a následně protáhli připravený štěp s PRF.

Byl vyzkoušen pohyb kolena a vyloučeny impingement syndromy štěpu ACL, jak o strop interkondylické fossy, tak o zadní zkřížený vaz. Následovala fixace proximálně Tightropem (Arthrex, Naples, USA) ve femuru a distálně interferenčním vstřebatelným šroubem Inion (Smith and Nephew, USA) adekvátní délky a průměru, jak byl vrtán kanál. Tibiální fixace štěpu byla prováděna vstřebatelným interferenčním šroubem o průměru shodném, nebo o 1 mm větším než byl průměr kanálu. Štěp ACL byl fixován zpravidla v 10- 20° flexi kolena. Na závěr operačního výkonu jsme vypustili z kolena operační medium a pod kontrolou optiky aplikovali zbytek PRF na povrch štěpu (viz Obrázek 5Obrázek 5.).



Obrázek 5. Aplikace PRF v kloubu na povrch štěpu na konci ACLR

Posledním krokem byla zkouška finální pooperační laxity kolena tj. PST, Lachmann test a přední zásuvkový test. Pokud byly tyto testy negativní, ukončili jsme operační výkon.

2.8. Režim po operaci u obou skupin pacientů

Pooperační režim a rehabilitace byly stejné u obou skupin pacientů a neodlišovaly se od běžně užívaného pooperačního režimu po rekonstrukčních operacích ACL.

2.9. Klinické hodnocení v jednom roce od operace

Z objektivních kritérií jsme hodnotili rozsah hybnosti operovaného kolena, stranovou diferencí ventrální laxity kolena pomocí přístroje Genourob při tlacích 124 a 250 N. Dále jsme posuzovali míru dynamické rotační laxity kolena pomocí PST při plném vědomí pacienta, která byla opět hodnocena jako PST-, PST +, PST 2+ nebo PST 3+. Míru výskytu selhání štěpu ACL jsme posuzovali na základě klinického vyšetření, MRI a eventuelní reartroskopie. Dalším hodnotícím kritériem byla kvalita a rychlost vhojování a ligamentizace štěpu, tj. přítomností nebo nepřítomností změn homogenity a intenzity signálu štěpu na MRI. Pacienti byli dotazováni také na to, zdali se navrátili zpět k předúrazové sportovní aktivitě. Na tuto otázku měli možnost odpovědět buď ANO, tzn. jsem schopen(-a) nebo NE, tzn. nejsem schopen(-a) provádět stejný sport jako před úrazem. Ze subjektivních kritérií jsme hodnotili stejně jako před operací IKDC a Lysholmovo skóre.

2.10. Statistické hodnocení výsledků

Nezávislý statistik provedl statistické zhodnocení výsledků. Pro srovnání četností parametru návratu k předúrazové sportovní zátěži, výskytu selhání štěpu ACL a MRI přítomnosti změn homogenity a intenzity signálu štěpu mezi zkoumanými skupinami byl užit Fisherův exaktní test. Pro srovnání parametru PST mezi oběma skupinami byl použit tzv. Chi-kvadrát test a Odds Ratio. Pro zhodnocení rozdílu mezi skupinami v parametru GNRB, Lysholm a IKDC skóre

v daný časový okamžik byla použita neparametrická ANOVA (Wilcoxon test) a median test. Statistická významnost byla stanovena na hranici 0,05. Statistické zhodnocení provedl nezávislý statistik.

2.11. Způsob posuzování pooperačních MRI nálezů na štěpu ACL

Rychlost a kvalita vhojování a ligamentizace štěpu byla posuzována na MRI 3 Tesla (MAGNETOM Skyra, Siemens Healthineers, Forchheim, Německo) kolena u obou skupin pacientů v 6. a 12. pooperačním měsíci. K hodnocení jsme použili standardně užívaný MRI „ACL protokol“, který na našem pracovišti již několik let standardně používáme nejen při diagnostice poranění ACL, ale i k posuzování pooperačních nálezů na štěpu. „ACL protokol“ se skládal z následujících sekvencí: T2 v axiální rovině, PD v sagitální a koronární rovině, T1 v koronární rovině, T2 DE 3D iso v sagitální rovině (3 mm šíře) a dále doplněný o šikmé sagitální (viz Obrázek 6) a koronární (viz Obrázek 7) řezy, tzn. skloněné dle průběhu štěpu ACL, v PD sekvencích (2 mm šíře).



Obrázek 6. MRI zobrazení šikmého sagitálního řezu



Obrázek 7. MRI zobrazení štěpu v jeho průběhu v šikmém koronárním řezu.

Radiologem byly posuzovány následující tři parametry:

1. Intenzita signálu štěpu ACL, která odpovídala stupni ligamentizace štěpu. Na základě intenzity signálu byly tyto nálezy rozděleny do tří skupin:
 - a) kompletně prohojený (ligamentizovaný) štěp s výraznou hypointenzitou,
 - b) částečně prohojený štěp s okrsky smíšené intenzity signálu v jeho průběhu,
 - c) štěp bez známek prohojování.
2. Druhým posuzovaným parametrem byl rozsah kostního edému v okolí kanálů ve femuru a tibií prokazující míru přihojování štěpu ke kosti kanálu.
3. Třetím úkolem radiologa bylo posoudit, zda-li je struktura štěpu intaktní v celém jeho průběhu, případně zda došlo k částečnému nebo kompletnímu selhání štěpu.

Nálezy na MRI posuzoval nezávislý atestovaný radiolog specializující se na popisy MRI pohybového aparátu nebyl informován o tom, do které ze skupin byl hodnocený pacient zařazený.

2.12. Statistické zhodnocení MRI výsledků

Ke statickému zhodnocení MRI nálezů selhání štěpu a přítomnosti změn homogenity a intenzity signálu štěpu mezi zkoumanými skupinami jsme využili Fisherův exaktní test. Statistické zhodnocení provedl nezávislý statistik. Statistická významnost byla stanovena na hranici 0,05.

3. VÝSLEDKY

Níže uvedené výsledky naší studie zahrnují všechna námi zhodnocená kritéria.

3.1. Výsledky v 6. pooperačním měsíci

Přehlednou prezentaci našich výsledků představujeme také v Tabulka 3. Nezávislý radiolog při zhodnocení nálezů na štěpu ACL na MRI 3T v 6. pooperačním měsíci nezaznamenal u žádného z posuzovaných v první skupině (ACLR s aplikací PRF) známky kompletního ani částečného selhání štěpu ACL. Ve druhé skupině (ACLR bez aplikace PRF) prokázal kompletní selhání štěpu u jednoho z posuzovaných (6,25%) a parciální selhání štěpu také u jednoho pacienta (6,25%), celkem tedy ve dvou případech (12,5%) popsal narušení kontinuity štěpu.

Tabulka 3. Výsledky MRI v 6. Pooperačním měsíci

Výsledky v 6. měsíci	Skupina 1	Skupina 2	p value
Kompletní selhání štěpu	0	1	-
Částečné selhání štěpu	0	1	0,23
Edém kosti v okolí štěpu	16 (94,1%)	13 (81,3%)	0,096
Kompletně prohojený štěp	9 (52,9%)	6 (37,5%)	-
Částečně prohojený štěp	8 (47,1%)	8 (50%)	-
Kompletně neprohojený štěp	0	2 (12,5%)	0,061

Tento rozdíl mezi oběma skupinami v 6. měsíci nebyl statisticky významný ($p=0,23$). V 6. měsíci bylo dále prokázáno, že v první skupině byl přítomný kostní edém v okolí nitrokostních částí štěpu jak na femuru, tak na tibií u 16 ze 17

hodnocených (94,1%) a ve skupině 2 u 13 ze 16 posuzovaných (81,3%). Tento rozdíl nebyl shledán statisticky významným ($p=0,096$). Na základě posuzování intenzity signálu štěpu byl v 6. měsíci popsán nález intenzity na štěpu jako kompletně prohojený (ligamentizovaný) v celém rozsahu pouze u devíti (52,9%) z první skupiny a u šesti (37,5%) v druhé skupině ($p=0,061$), dále jako částečně prohojený štěp s okrsky smíšené intenzity v jeho průběhu (vždy se jednalo o neprohojený štěp v centrální části nitrokloubního úseku) u osmi (47,1%) v první skupině a u osmi (50%) v druhé skupině. U zbývajících dvou pacientů (12,5%) v druhé skupině byl nález hodnocen jako štěp bez známek hojení. V těchto dvou případech se jednalo o dva pacienty s částečným nebo kompletním selháním štěpu viz výše. Rozdíl v prohojování štěpu mezi skupinami nebyl sice statisticky významný v 6. měsíci od operace, ale přibližoval se statistické významnosti u kompletně prohojeného štěpu ve prospěch první skupiny.

3.2.Výsledky ve 12. pooperačním měsíci

V první skupině (ACLR s aplikací PRF) nebyl ani jednou popsán nález kompletního ani částečného selhání štěpu ve 12. měsíci. Ve druhé skupině (ACLR bez aplikace PRF) prokázal radiolog u stejných dvou pacientů jako v 6. měsíci kompletní (6,25%) či parciální (6,25%) selhání štěpu. Tento rozdíl mezi oběma skupinami ve 12. měsíci opět se nejevil statisticky významným ($p=0,23$). Dále se prokázalo, že v první skupině byl přítomen perzistující kostní edém v okolí nitrokostní části štěpu u 4 ze 17 hodnocených (23,5%) a v druhé skupině u 6 ze 16 posuzovaných (37,5%) (viz

Tabulka 4). Rozdíl nebyl statisticky významný ($p=0,43$). Kompletně prohojený štěp v celém rozsahu se objevil u 16 (94,1%) z první skupiny a u dvanácti (75%) v druhé skupině. Tento posuzovaný parametr nebyl mezi skupinami statisticky významný ($p=0,26$). Částečně prohojený štěp se objevil pouze u jednoho (5,9%) v první skupině a u dvou (12,5%) v druhé skupině. U zbývajících dvou pacientů (12,5%) v druhé skupině byl nález hodnocen jako štěp bez známek hojení. Jednalo

se o dva pacienty s částečným nebo kompletním selháním štěpu viz výše.

Tabulka 4. Výsledky MRI ve 12. pooperačním měsíci.

Výsledky ve 12. měsíci	Skupina 1	Skupina 2	p value
Kompletní selhání štěpu	0	1 (6,25%)	-
Částečné selhání štěpu	0	1 (6,25%)	0,23
Edém kosti v okolí štěpu	4 (23,5%)	6 (37,5%)	0,43
Kompletně prohojený štěp	16 (94,1%)	12 (75%)	-
Částečně prohojený štěp	1 (5,9%)	2 (12,5%)	-
Kompletně neprohojený štěp	0	2 (12,5%)	0,26

3.3. Výsledky komparace MRI nálezů v 6. versus 12. měsíci

Při srovnání posuzovaných MRI parametrů v čase pro každou sledovanou skupinu zvlášť, tzn. každého parametru v 6. měsíci versus ve 12. měsíci, jsme zjistili statisticky významné vylepšení vhojování kosti do šlachového štěpu v kanálech (posuzováno mírnou edému kosti v okolí štěpu) jak v první skupině ($p=0,0002$), tak ve druhé skupině ($p=0,032$) ve prospěch 12. měsíce. Dále se potvrdil statisticky významně vyšší výskyt kompletně ligamentizovaných štěpů ve 12. měsíci oproti 6. měsíci u obou skupin sledovaných ($p=0,004$ pro první skupinu, $p=0,012$ pro druhou skupinu). Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v MRI výskytu selhání štěpu v čase (tzn. 12. měsíc versus 6. měsíc) pro každou ze skupin zvlášť.

3.4. Výsledky objektivních a subjektivních kritérií

Ze skupiny s použitím PRF udalo po roce od operace 15 (88,23%) pacientů, že jsou schopni provozovat sportovní aktivity na stejné úrovni jako před zraněním, v kontrolní skupině bez PRF to bylo taktéž 15 (93,75%) pacientů. V tomto ohledu neprokázala naše analýza žádný statistický významný rozdíl mezi oběma posuzovanými skupinami ($p=0,232$). Výsledky jsou zobrazeny v Tabulka 5.

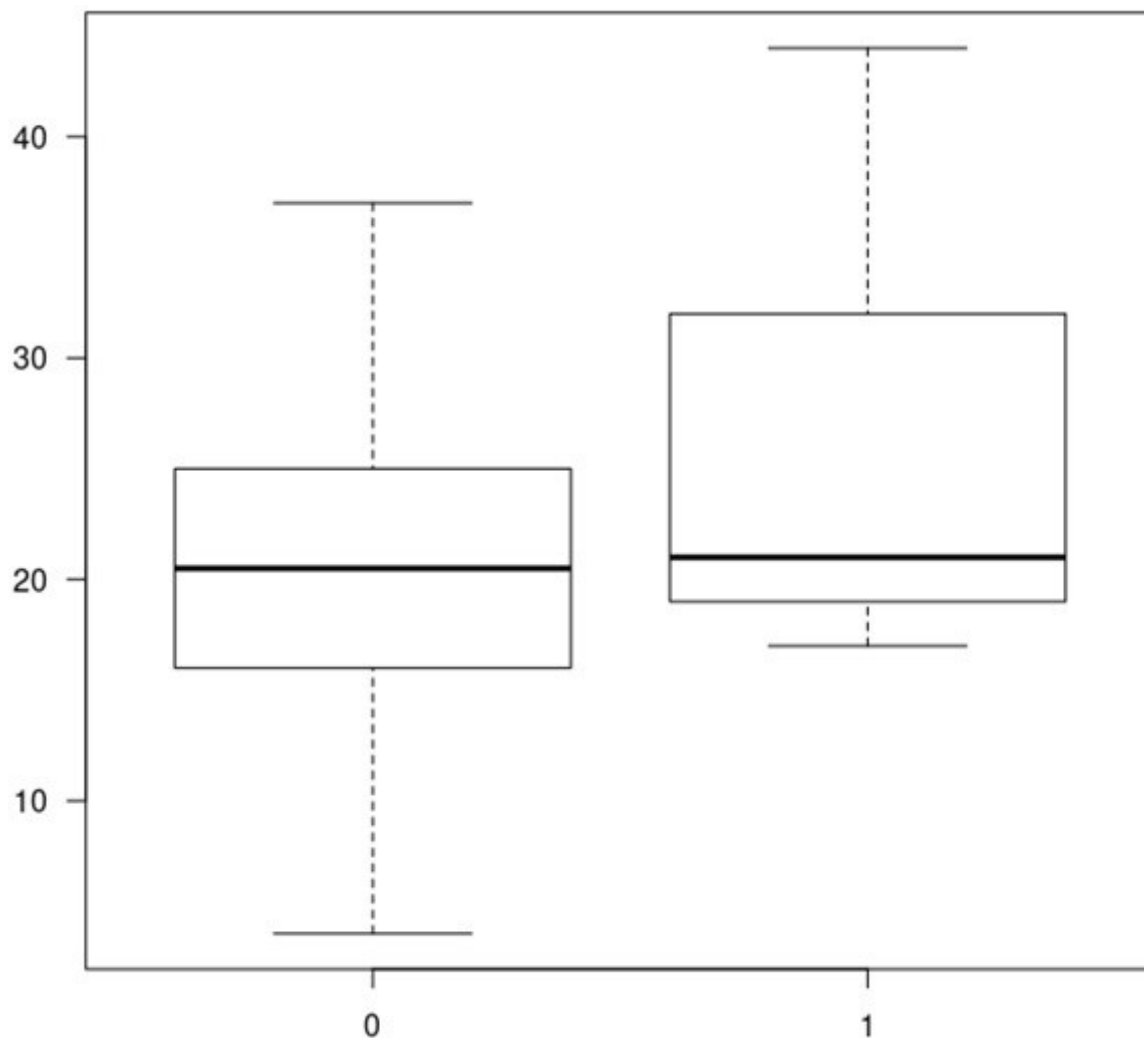
Ve dvou případech bylo při pooperačním zhodnocení ve 12. měsíci v kontrolní skupině (tzn. bez aplikace PRF) na základě MRI nálezu a také klinického vyšetření laxity kolena dokumentováno selhání štěpu ($p=0,07$). U obou pacientů došlo k reruptuře štěpu ACL již v období plné sportovní zátěže, konkrétně v 9. a 12. měsíci, kdy u jednoho pacienta došlo ke kontaktnímu úrazu při házené a u druhého k nekontaktnímu poranění operovaného kolena během kopané. Ve skupině s aplikací PRF jsme ani u jednoho pacienta neprokázali pooperačně selhání štěpu ACL. Tento nález se jako jediným z posuzovaných parametrů přibližoval statistické významnosti. Výsledky jsou zobrazeny v Tabulka 5 níže.

Tabulka 5. Shrnutí výsledků klinického hodnocení pomocí Lysholmova skóre a IKDC, návrat ke sportovní aktivitě a selhání štěpu podle kritérií uvedených výše. Hodnoty signifikance p se vztahují na porovnání absolutní hodnoty rozdílu (před-pooperačně) mezi jednotlivými skupinami pomocí Wilcoxonova testu (Lysholm, IKDC, GenouRob), Fisherova testu (návrat ke sportovní aktivitě) a log-rank testu (štěpu).

	Předoperačně		Pooperačně		p
	PRF	Kontrolní skupina	PRF	Kontrolní skupina	
Lysholm	63	67	91	90	0,26
IKDC	64	66	88	89	0,36
Návrat ke sportovní aktivitě	-	-	15	15	0,23
Selhání štěpu dle MRI	-	-	0	2	0,07

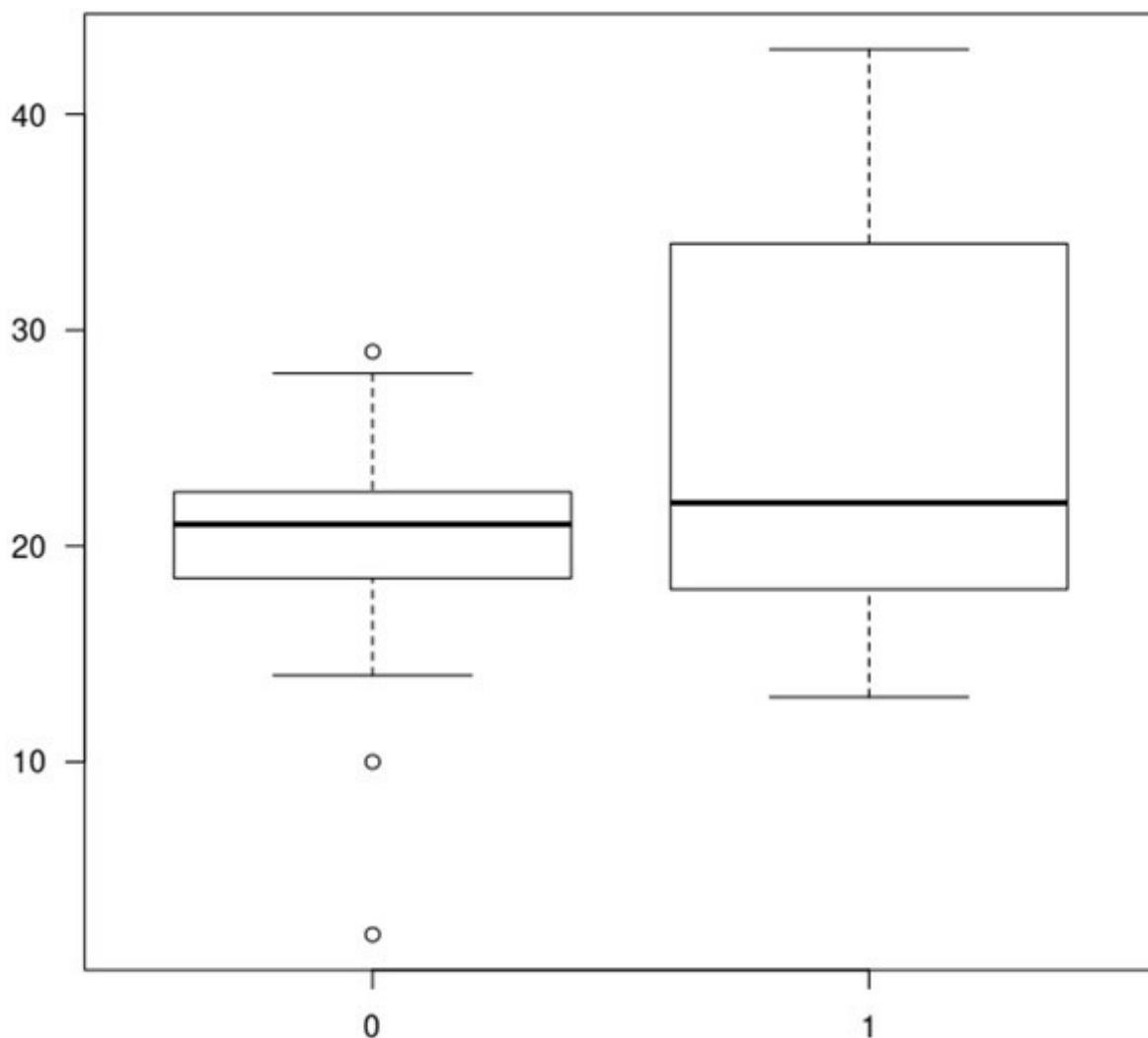
Hodnoty Lysholmovo skóre a subjektivního IKDC byly první rok po operaci signifikantně zvýšené oproti předoperačnímu stavu (Wilcoxon test, $p<0,001$). Předoperačně mělo Lysholm skóre medián 63 (skupin s PRF) a 67 bodů (kontrolní skupina), pooperačně pak byly hodnoty mediánu 91 (první skupina) a 90 bodů

(druhá skupina). Rozdíl mezi skupinami nebyl pro Lysholmovo skóre statisticky významný pro porovnání rozdílu a to jak předoperačně ($p=0,259$) tak i pooperačně ($p=0,217$)(Wilcoxon Test). Výsledky jsou zobrazeny v Tabulka 5 a Obrázek 8.



Obrázek 8. Graf 1. Rozdíl mezi hodnocením skóre dle Lysholma před a po operaci – rozdíl nebyl statisticky signifikantní, $p=0,26$. Osa X: kontrolní skupina = 0, skupina s použitím PRF =1; osa Y: rozdíl v hodnocení Lysholmova skóre před a po operaci.

Pro subj. IKDC byly předoperačně zjištěny hodnoty mediánu 63 (skupina PRF) a 67 (kontrolní skupina), pooperačně byl pak medián 88 (první skupina) a 89 bodů (druhá skupina) ($p=0,364$). Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v parametru IKDC v předoperačních hodnotách ($p=0,341$) a také i v pooperačním hodnocení mezi oběma skupinami ($p=0,126$). Výsledky jsou zobrazeny v Tabulka 5 a v Obrázek 9 **Obrázek 9.**



Obrázek 9. Graf 2. Rozdíl mezi hodnocením IKDC skóre před a po operaci – rozdíl nebyl statisticky signifikantní, $p=0,36$. Osa X: kontrolní skupina = 0, skupina s použitím PRF =1; osa Y: rozdíl v hodnocení IKDC skóre před a po operaci.

Stranová diference ventrální laxity (SSD) kolena posuzovaná pomocí laximetru GenouRob při 124 a 250 N byla zaznamenána v milimetrech translace. Předoperačně byl zjištěn medián hodnot SSD při tlacích 124 N 6,8 mm (skupina PRF) a 6,3 mm (kontrolní skupina, Wilcoxon test, $p=0,129$). Při tlacích 250 N byly mediány hodnot SSD 9,8 mm (první skupina) a 8,9 mm (druhá skupina) ($p=0,182$). Z výše uvedených hodnot vyplývá, že pro tento parametr (SSD) nebyl při předoperačním hodnocení prokázán statisticky významný rozdíl mezi první a druhou skupinou.

Jeden rok po operaci byly naměřeny mediánní hodnoty SSD při tlacích 124 N

2,3 mm (první skupina) a 2,1 mm (druhá skupina) ($p=0,171$). Při tlacích 250 N zátěže byly zjištěny mediány SSD 2,4 mm (první skupina) and 2,2 mm (druhá skupina) ($p=0,356$). V jednom roce od výkonu tedy nebyl prokázán mezi oběma skupinami statisticky významný rozdíl parametru SSD a to jak při tlacích 124 N tak i při 250N. Souhrn výsledků je uveden níže v Tabulka 6.

Tabulka 6. Výsledky SSD

		První skupina	Druhá skupina
Předoperačně při tlacích 124 N	SSD	6,8 mm	6,3 mm
	p value	0,129	
Rok po operaci při tlacích 124 N	SSD	2,3 mm	2,1 mm
	p value	0,171	
Předoperačně při tlaku 250 N	SSD	9,8 mm	8,9 mm
	p value	0,182	
Rok po operaci Při tlaku 250 N	SSD	2,4 mm	2,2 mm
	p value	0,356	

Parametr PST byl předoperačně v různé výši pozitivní u všech operovaných pacientů obou skupin. Výsledky porovnání parametru PST jsou shrnuty v Tabulka 7. Předoperačně nebyly mezi skupinami zjištěny žádné statisticky významné rozdíly (Wilcoxon test, $p=0,227$), stejně tak tomu bylo při porovnání pooperačních hodnot PST ($p=0,186$). Byl ale prokázán statisticky významný rozdíl v čase ve velikosti PST mezi předoperačními a pooperačními hodnotami a to u obou posuzovaných skupin ($p=0.01$ Wilcoxon test).

Tabulka 7. Výsledky hodnocení PST

PST stupeň dle Jakoba	Před operačně	Před operačně	Pooperačně	Pooperačně
	Skupina PRF	Kontrolní skupina	Skupina PRF	Kontrolní skupina
Negativní	0	0	11	6
I	6	9	4	7
II	7	5	2	1
III	4	2	0	2
p	0,227		0,186	

4. Diskuse

Nejpodstatnějším výsledkem naší studie je fakt, že ani u jednoho z posuzovaných parametrů na MRI, tzn. 1. výskyt selhání štěpu, 2. míra kostního edému v okolí nitrokostních částí štěpů, 3. stupeň ligamentizace štěpu, jsme neprokázali pooperačně staticky významný rozdíl mezi oběma posuzovanými skupinami, tzn. Mezi první skupinou aplikací PRF během anatomické rekonstrukce ACL a druhou skupinou, kde jsme během stejného výkonu PRF neaplikovali. Pouze v jednom z hodnocených parametrů došlo k přiblížení se k hladině statistické významnosti. Jednalo se o parametr stupně prohojení štěpu, a to pouze v 6. měsíci, kdy byl rozdíl ve výskytu kompletního prohojení mezi oběma skupinami na hodnotě $p=0,061$ ve prospěch první skupiny, tzn. s aplikací PRF během ACLR. Na základě výše zmíněného lze konstatovat, že jsem nepotvrdili hypotézu H1.

U ostatních objektivních kritérií (stranová diference laxity kolena posuzovaná přístrojem Genourob, výskyt selhání štěpu, návrat k původní sportovní zátěži) a také u subjektivních kritérií (subj. IKDC a Lysholm skóre) jsme pooperačně neprokázali statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami a tudíž jsme vyvrátili hypotézy H2 a H3. U obou skupin také došlo ve všech případech ke statisticky významnému zlepšení všech hodnocených subjektivních i objektivních kritérií v čase před operací a s odstupem minimálně jednoho roku po operaci. Úvodem diskuse lze tedy konstatovat, že obě metody, jak s použitím PRF při ACLR, tak bez použití PRF přinášejí pacientům bezpečnou metodu rekonstrukce ACL. Je však nutné zdůraznit povinnost dodržení všech principů anatomické rekonstrukce a indikačních kritérií.

U většiny pacientů je jednoznačně časově, technicky i finančně výhodnější provedení klasické nekomplikované nicméně anatomické rekonstrukce ACL, kdy při správném cílení obou kanálů ACL a správné tonizaci štěpu dosahuje většina operatérů velmi dobrých výsledků. Tím, že je femorální kanál cílen cestou AAM portu a v maximální flexi kolena, což umožní jeho lokalizaci do distální třetiny mediální stěny CLF a tím pádem anatomické horizontální uložení štěpu, je eliminováno přetrvávání rotační složky laxity kolena, která bývá přítomná při

cílení femorálního kanálu transtibiálně.

Porovnáme-li naše výsledky s podobně koncipovanými prospektivními randomizovanými studii zjistíme, že naprostá většina autorů, podobně jako my, neprokázala staticky významný rozdíl v hodnocených subjektivních kritériích (IKDC, Lysholm skóre) ve prospěch jedné z technik. Obdobně jako v naší studii, tak i ve většině studií jiných autorů došlo v čase tzn. před a po operaci, ke staticky významnému zlepšení těchto kritérií tj. i spokojenosti pacientů.

Míra návratu ke sporovní zátěži po rekonstrukci ACL je dána řadou faktorů, jak publikuje Feller. Nejenom operační technika, přidružená poranění a průběh rehabilitace, ale také sociální, psychologické a demografické faktory z nichž zejména věk, významně ovlivňují schopnost operovaných vrátit se zpět k předúrazové sportovní aktivitě. Hodnocení frekvence návratu k předúrazové sportovní zátěži jsme si zjednodušili tím, že pacienti odpovídali pouze ANO, tzn. jsem schopen (-a) nebo NE, tzn. nejsem schopen(-a) provádět stejný sport jako před úrazem. Tímto hodnocením jsme neprokázali statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami.

Posuzování míry stranové difference ventrální laxity kolenního kloubu je možné řadou způsobů. V literatuře se nejčastěji objevují data získaná měřením pomocí různých typů laximetrů, nejčastěji se však jedná o laximetry KT-1000 nebo KT-2000. V naší studii jsme k měření používali přístroj Genourob, jehož prokázané výhody oproti ostatním způsobům měření jsou publikovány v recentní literatuře. Při srovnání SSD obou skupin našich pacientů nebyl pooperačně prokázán statisticky významný rozdíl ventrálního posunu tibie ve 20° flexi operovaného kolena měřených přístrojem Genourob, jak při 124 N, tak při 250 N.

K hodnocení míry rotační složky laxity operovaného kolena jsme používali pivot shift test prováděný při plném vědomí pacienta. Jedná se o nejrozšířenější způsob, byť v různých modifikacích technického provedení, vyšetření rotační složky laxity kolena jak před, tak v období po operaci, jak to doporučují různí

autoři. Bylo prokázáno, že každý z těchto specialistů však provádí samotný PST mírně odlišnou technikou, což může významně ovlivňovat objektivitu samotného vyšetření. Problematice samotné techniky provedení PST a jeho různým technickým modifikacím, zvyšujícím jeho objektivitu a reprodukovatelnost, je věnováno v recentní literatuře několik prací. Systematické shrnutí různých metod kvantifikování pivot shift testu při klinickém vyšetření poraněného a rekonstruovaného ACL velmi přehledně prezentuje v recentní literatuře Lopomo a kol.. Jsme si vědomi faktu, že tento test, zejména je-li prováděn při plném vědomí, je ovlivněn i samotným vyšetřovaným z důvodu rozdílného vnímání bolesti a nepříjemných pocitů pacienta v průběhu jeho provádění. To jsme se snažili eliminovat tím, že jsme PST prováděli v lehké abdukci a semiflexi kyčelního kloubu, jak doporučují jiní autoři.

Naše studie neprokázala statisticky významný rozdíl výskytu pozitivního PST mezi oběma skupinami s odstupem minimálně jednoho roku od operace. Právě přetrvávající rotační složka laxity po různých typech rekonstrukce ACL, je nejvíce zodpovědná za rozvoj poúrazové gonartrózy a též za nespokojenost operovaných pacientů, zejména v průběhu pivotální zátěže. Díky tomu lze tedy očekávat, že právě tento fakt by měl vést ke snížení výskytu rozvoje poúrazové gonartrózy u pacientů ve skupině s PRF.

V české ani světové literatuře jsme doposud nezaznamenali práci, která by prezentovala výsledky obdobné studie, tzn. posuzovala případný přínos aplikace fibrinu bohatého na krevní destičky (PRF) v průběhu anatomické rekonstrukce předního zkříženého vazů. Bylo však prezentováno několik studií s odlišnými výsledky hodnotících vliv aplikace plazmy bohaté na krevní destičky (PRP) v ortopedii a např. i v průběhu anatomické rekonstrukce ACL a to jak v české, tak světové literatuře. V literatuře je dále přítomna řada prací prezentující mírně odlišné výsledky aplikace PRP s cílem ovlivnění hojení měkkých tkání pohybového aparátu jak u lidí, tak na zvířecích studiích.

Pokud bychom se zaměřili na publikace věnující se účinkům aplikace fibrinu bohatého na krevní destičky (PRF), převažují studie posuzující jeho efekt zejména v oborech stomatochirurgie, plastické chirurgie a chirurgie, kde jsou prezentovány

zpravidla pozitivní výsledky ve smyslu podpory hojení ran, měkkých tkání, ale i kostí a chrupavek.

Dále bylo prokázáno, že vhodně zvolený protokol MRI lze používat nejen k diagnostice poranění ACL, ale také k verifikaci stupně ligamentizace štěpu ACL a dále i jeho přihojování ke kosti. Weiler a kol. také prezentovali korelaci změny intenzity signálu štěpu ACL na MRI v závislosti na průběhu hojení u zvířat. Proto jsme v naší studii tohoto faktu využili a jako jednu z metod posouzení objektivních výsledků jsme využili MRI prováděnou v 6. a 12. pooperačním měsíci. K tomuto účelu jsme zvolili upraveného „ACL protokolu“ s využitím šikmých koronární i sagitálních řezů skloněných vzhledem k průběhu ACL v kolenu.

Z důvodu malého počtu literárních výsledků aplikace PRF během ACLR jsme nuceni v následující části diskuze výsledky naší studie posuzující vliv aplikace PRF během ACLR komparovat také s literárními výsledky nejbližšího produktu a tím je PRP u stejné operační techniky. Recentní práce Adrioly a kol. shrnuje závěry systematického zhodnocení 32 preklinických a klinických studií zaměřených na vliv aplikace PRP během ACLR. Analýza výsledků preklinických studií potvrdila, že použití PRP pozitivně ovlivňuje hojivý potenciál štěpů a to jak histologické, tak i biomechanické vlastnosti. Naopak výsledky prezentované v klinických studiích nejsou jednoznačné. Bylo prokázáno, že aplikace PRP je bezpečnou metodou, která může potenciálně pozitivně ovlivňovat vhojování a ligamentizaci štěpu. My jsme v naší studii nezaznamenali na MRI v první skupině s aplikací PRF nálezy podezřelý z komplikace související s aplikací PRF. Dále jsme v 6. pooperačním měsíci zjistili vyšší procento kompletně prohojených štěpů ve skupině s PRF. Rozdíl však nebyl statisticky významný, pouze se v 6. měsíci hladině statistické významnosti přibližoval ($p=0,061$).

Problematikou ovlivnění přestavby intraartikulární části štěpů ACL pomocí aplikace gelu s PRP se zabývala studie Radice a kol. z roku 2010. Tito autoři prokázali v komparativní studii urychlení prohojování štěpů ve skupině s PRP až o 48% oproti skupině bez PRP. Průměrná doba, kdy byl MRI nálezy na štěpu homogenní ve skupině s PRP, byla 179 dní, oproti 369 dnům ve skupině bez PRP.

My jsme v naší studii dosáhli kompletního prohojení štěpu v 6. měsíci ve skupině s PRF u 52,9% a ve skupině bez PRF u 37,5 % ($p=0,061$). Ve 12. měsíci však došlo k nárůstu počtu kompletně prohojených štěpů na 94,1% ve skupině 1 versus 75% ve skupině 2 ($p=0,26$). Lze tedy konstatovat, že aplikace PRF vylepšila ligamentizaci štěpu zejména v období do 6. pooperačního měsíce. Nejednalo se však o statisticky významné vylepšení.

V české recentní literatuře prezentují své výsledky aplikace PRP v průběhu anatomické rekonstrukce autoři Komzák a kol. Ti ve své prospektivní randomizované aplikovali PRP během ACLR pomocí injekční jehly jak do kostního kanálu ve femuru a tibií, tak do samotného štěpu a porovnávali nálezy na MRI ve 3. a 12. pooperačním měsíci u této skupiny, oproti skupině bez aplikace PRP. Neprokázali však urychlení přestavby štěpu ani pozitivní ovlivnění na jeho vhojování do kostních kanálů ve skupině s PRP ve stejném čase. Dokázali pouze statisticky významnou progresi ligamentizace a vhojování štěpu do kosti v čase mezi 3. a 12. měsícem.

Jak již bylo uvedeno všechny 3 hlavní hypotézy naší práce nemohly být statistickými metodami potvrzeny. Pouze jeden posuzovaný parametr, konkrétně výskyt selhání štěpu ACL se přiblížil statistické signifikanci. Všechny ostatní posuzované parametry (návrat k intenzitě sportovní aktivity jako před úrazem, Lysholm a subj. IKDC skóre, PST a SSD laxity kolene) statisticky významné rozdíly neprokázaly.

Ve světové literatuře lze sledovat probíhající diskusi ohledně významu biologicky aktivních materiálů, pomocí kterých může být hojícím se tkáním štěpu a kostním tunelům poskytnuto množství růstových faktorů. Cílem těchto aktivit je urychlení a také zlepšení prohojení štěpu ACL a tím pádem snaha o časnější a zároveň bezpečnější návrat do plné sportovní zátěže. PRP byla v tomto ohledu studována již v mnoha publikacích. Recentní systematická přehledová práce ale nenašla dostatečné množství důkazů, které by její použití při ACL rekonstrukcích jasně podporovaly. Na druhou stranu jsou známy systematické přehledové práce, které identifikovaly důkazy pro užití PRP například u laterální epikondylitidy nebo u artrózy kolene. Mimo to je materiál použitý v naší studii (Vivostat PRF)

jiného charakteru, než PRP používaná ve většině předchozích studií – nejedná se o krevní plazmu, ve které se trombocyty nacházejí volně, ale o trojrozměrnou fibrinovou síť. Hlavní výhodou PRF je tedy teoreticky vyšší koncentrace růstových faktorů, které jsou vázány v trojrozměrné matici fibrinové sítě s prokázanými výhodami při hojení měkkých tkán.

Na druhou stranu všechny dostupné přehledové práce uvádějí jako hlavní důvod pro chybějící evidenci nedostatečné množství publikovaných studií. Navíc byly recentně publikovány práce, které dokumentují pozitivní vliv použití PRP při operacích kolene. Proto považujeme studie hodnotící výsledky operací za použití PRP nebo PRF za přínosné pro klinickou praxi.

Del Torto a kol. do své komparativní studie zahrnuli 28 pacientů s ACL rekonstrukcí. Ve 14 případech byl PRF aplikován na štěp. Při hodnocení MRI a objektivních parametrů nebyly mezi pacienty s aplikací PRF a kontrolní skupinou pozorovány rozdíly, ale v subjektivním hodnocení IKDC byly výsledky pacientů s aplikovaným PRF signifikantně lepší jak v hodnocení po 12, tak po 24 měsících. Podobné rozdíly v subjektivních skórech jsme my v našem souboru nepozorovali. Podobnost s našimi výsledky můžeme vidět zejména v nedávno publikované práci Beyzadeoglu a kol., která ukázala rozdíl v rychlosti ligamentizace zjišťované pomocí MRI 5 měsíců po operační rekonstrukci ACL. Zahrnuto bylo 44 pacientů (21 bez PRF, 23 s PRF). Na rozdíl od kategorického hodnocení bylo v jejich práci použito měření intenzity pomocí analýzy MRI obrazu. Touto metodou byl zjištěn signifikantní rozdíl ($p=0.047$) intenzity štěpu mezi oběma skupinami, což může značit rychlejší postup ligamentizace u pacientů, u kterých bylo použito PRF. Navíc autoři popisují menší incidenci symptomatického hemartrosu při použití PRF, tento parametr nebyl v naší studii sledován. Stejně jako v naší práci nepozorovali ani Beyzadeoglu a kol. žádné rozdíly v klinických skórech IKDC a Lysholm hodnocených 12 měsíců po operaci.

Celkově musíme konstatovat, že současný objem literatury ohledně použití PRF při ACL rekonstrukcích je nedostatečný a často poskytuje data, která si do jisté míry protirečí.

Pozorované rozdíly jsou velmi často na hranici statistické významnosti. Dostupné studie se ale často zabývají výsledky po 12 a 24 měsících, naše výsledky a např. i výsledky recentní výše citované studie však naznačují, že hlavní hodnota použití PRF může ležet v rychlejší ligamentizaci štěpu.

Za limitaci naší studie lze považovat fakt, že zhodnocený soubor pacientů byl relativně malý. Velikost souboru byla negativně ovlivněna omezenými finančními možnostmi na nákup setů potřebných pro přípravu PRF. Tento projekt byl financován ze „Specifického vysokoškolského výzkumu Univerzity Karlovy v roce 2012“. Domníváme se, že by bylo v budoucnu vhodné provést obdobnou studii, ale u velkého počtu pacientů a ze získaných výsledků poté přinášet závěry a doporučení použitelná do běžné praxe. Za druhou limitaci naší studie považujeme fakt, že oba operatéri věděli do které ze skupin byl operovaný pacient randomizován.

Právě výše zmíněné recentně publikované práce spolu s výsledky naší studie naznačují, že by se další plánované analýzy měly soustředit zejména na časnou fázi po operační rekonstrukci ACL. Jak v našem souboru, tak v literatuře nacházíme údaje, které naznačují, že význam PRF leží nejspíše v urychlení ligamentizace štěpu. Do jaké míry toto možné urychlení koresponduje s funkčním zlepšením zatím není jasné, protože se většina literatury soustředí na klinické hodnocení po delší době (nejčastěji po 12 nebo 24 měsících). Celkově je tedy role PRF při operačních rekonstrukcích ACL dosud nejasná, naše práce i recentně publikované zahraniční studie ale ukazují na možné benefity při použití PRF v časném pooperačním období.

5. Závěr

Na základě výsledků získaných touto studií lze konstatovat, že jsme neprokázali mezi oběma zhodnocenými skupinami, tzn. skupina s PRF versus kontrolní skupina bez PRF, v pooperačním období statisticky významný rozdíl posuzovaných objektivních i subjektivních kritériích (výskyt selhání štěpu, návrat k předúrazovým aktivitám, subjektivní IKDC a Lysholm skóre). Ani v parametru posuzování prohojení štěpu ACL na MRI jsme neprokázali statisticky významný rozdíl ve 12. pooperačním měsíci, pouze v 6. měsíci od výkonu se nálezy na MRI přiblížili hladině statistické významnosti a to ve prospěch skupiny s PRF.

V naší studii se tedy nepodařilo prokázat ani jednu z původně vyslovených hypotéz. Na námi zhodnoceném souboru pacientů tedy aplikace PRF v průběhu anatomické rekonstrukce ACL nevedla jak v 6., tak ani ve 12. pooperačním měsíci ke snížení výskytu selhání štěpu, větší subjektivní i objektivní spokojenost pacientů s výkonem ani k rychlejší a kvalitnější procesu ligamentizace štěpu ACL pozorovanou na MRI.

K tomu abychom mohli jasně prokázat pozitivní vliv aplikace PRF na vhojování štěpu ACL v průběhu anatomické rekonstrukce ACL by bylo nezbytné provedení prospektivní randomizované studie na větším souboru pacientů sledovaných s delším časovým odstupem od výkonu.

6. Seznam použité literatury

7. 1 AHLDÉN, M., HOSHINO, Y., SAMUELSSON, K., ARAUJO, P., MUSAHL, V., KARLSSON, J. Dynamic knee laxity measurement devices. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 20: 621–632, 2012.
2. ALENTORNGELI, E., SEIJAS, R., TORRE, A.M., CUSCO, X., STEINBACHER, G., ALVAREZ-DIAZ, P., et al. Effects of autologous adipose-derived regenerative stem cells administered at the time of anterior cruciate ligament reconstruction on knee function and graft healing. *J Orthop Surg.* 2019;27:1-8.
3. APPEL, T.R., POTZSCH, B., MULLER, J., VON LINDERN, J.J., BERGI, S.J., Reich RH. Comparison of three different preparations of platelet concentrates for growth factor enrichment. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:522-8.
4. BARTONÍČEK, J., HEŘT, J. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu.* Praha: Maxdorfs.r.o., 2004.
5. BATTLE, W.H. A case after open section of the knee-joint for irreducible traumatic dislocation. *Clin Soc London Trans.* 1900;33:232.
6. BEDI, A., ALTCHEK, D.W. The „footprint“ anterior cruciate ligament technique: an anatomic approach to anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 25: 1128–38, 2009
7. BIAU, D.J., TOURNOUX, C. et al. ACL reconstruction: A meta-analysis of functional scores. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 458: 180–187, 2007.
8. BONNEL, F., MICALEFF, J.P. *Biomechanics of the ligaments of the human knee and of artificial ligaments - Surgical and Radiologic Anatomy*, 1988 – Springer
9. BONNET, A. *Traité des Maladies des Articulations* Paris: Baillière; 1845.
10. BRÜCKNER, H. Eine neue methode zur kreuzbandplastik. *Chirurgie.* 1966;37:413-4.
11. CAMPBELL, W.C. Repair of the ligaments of the knee: Report of a new operation for the repair of the anterior cruciate ligament. *Surg Gynecol Obstet.* 1935;62:964-8.
12. CAPLAN, A.I. All MSCs are pericytes? *Cell Stem Cell.* 2008;3:229-30.
13. CARLSON, E.R. Bone grafting the jaws in the 21st century: The use of platelet-rich plasma and bone morphogenetic protein. *Alpha Omegan* 2000;93:26-30.
14. CENTENO, C.J., PITTS, J., AL-SAYEGH, H., FREEMAN, M.D. Anterior cruciate ligament tears treated with percutaneous injection of autologous bone marrow nucleated cells: A case series. *J Pain Res.* 2015;8:437-47.

15. CLANCY, W.G., NELSON, DA., REIDER, B., NARECHANIA, R.G. Anterior cruciate ligament reconstruction using one third of the patellar ligament augmented by extra articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64A:252-359.
16. COLLETTE, M., COURVILLE, J., FORTON, M., GARNIERE, B. Objective evaluation of anterior knee laxity: comparison of the KT-1000 and GNRB arthrometers. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 20: 2233–2238, 2012.
17. COOK, J.L., SMITH, P., STANNARD, J.P., PFEIFFER, F., KUROKI, K., BOZYSKI, C.C., et al. A canine arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction model for study of synthetic augmentation of tendon allografts. *J Knee Surg.* 2017;30:704-11
18. DANDY, D.J. *Arthroscopic Surgery of the Knee* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1981.
19. DANDY, D.J. Arthroscopy and the management of the ruptured anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;167:43-9
20. D'AUBIGNE', R.M. Les lésions de l'appareil ligamentaire du genou (55 cas opérée) *Reconstr Surg Traumatol.* 1955;4:156-80.
21. DAVARINOS, N., O'NEILL, B.J., CURTIN, W. A. brief history of anterior cruciate ligament reconstruction. *Adv Orthop Surg.* 2014; 2014:1-6.
22. DEJOUR, H., DeJOUR, D., SELMI, T.A. Laxité chronique du genou traité par une greffe de tendon rotulien libre et une plastie extra articulaire antérolatérale. 10 ans de recul. 148 cas. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Locomot.* 1999;85:777-89.
23. DONG, Z., NIU, Y., QI, J., SONG, Y., WANG, F. Long term results after double and single bundle ACL reconstruction: Is there any difference? A meta analysis of randomized controlled trials. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019;53:92-9.
24. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie člověka.* Praha: Grada, 2000.
25. EBY, B.W. Platelet-rich plasma: Harvesting with a single-spin centrifuge. *J Oral Implantol* 2002;28:297-301.
26. FELLER, J., WEBSTER, K.E. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int. Orthop.*, 37: 285–290, 2013.
27. FRANKE, K. Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am.* 1970;7:101-2.
28. FRIEDMAN, M.J. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Tech Orthop.* 1988;2:74-80.
29. FU, F.H., COHEN, S.B. *Current concepts in ACL reconstruction.* New York, SLACK Incorporated 2008
30. GALEAZZI, R. La ricostruzione dei legamenti crociati del ginocchio. *Atti Men Soc Lombard Chir.* 1934;13:302-17.

31. GALEN, C. *On the Usefulness of the Parts of the Body* Ithaca: Cornell University Press; 1968. p. 22, 90, 151, 197, 550
32. GARG, A.K. The use of platelet-rich plasma to enhance the success of bone grafts around dental implants. *Dental Implantol Update* 2000;11:17-21.
33. GE, Z., GOH, J.C., LEE, E.H. The effects of bone marrow-derived mesenchymal stem cells and fascia wrap application to anterior cruciate ligament tissue engineering. *Cell Transplant.* 2005;14:763-73.
34. GOBBI, A., BATHAN, L., BOLDRINI, L. Primary repair combined with bone marrow stimulation in acute anterior cruciate ligament lesions: Results in a group of athletes. *Am J Sports Med.* 2009;37:571-8.
35. GOBBI, A., KARNATZIKOS, G., SANKINEANI, S.R., PETRERA, M. Biological augmentation of ACL refixation in partial lesions in a group of athletes: Results at the 5-year follow-up. *Tech Orthop.* 2013;28:180-4.
36. GOETJES, H.P. *Über verletzungen der ligamenta cruciata des kniegelenks.* *Dtsch Z Chir.* 1913;123:221-89.
37. GRASSI, A., CARULLI, A., INNOCENTI, M., MOSCA, M., ZAFFAGNINI, S., BAIT, C. New trends in anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of national surveys of the last 5 years. *Joints.* 2018;6:177-87.
38. GROVES, E.W. The operation for repair of the crucial ligaments. *Lancet.* 1917;190:674-6.
39. HADDADWEBER, M., PRAGER, P., KUNZ, M., SEEFRIED, L., JAKOB, F., MURRAY, M.M., et al. BMP12 and BMP13 gene transfer induce ligamentogenic differentiation in mesenchymal progenitor and anterior cruciate ligament cells. *Cytotherapy.* 2010;12:505-13.
40. HART, R., KUČERA, B., SAFI, A.: Hamstringy versus quadriceps u dvousvazkových rekonstrukcí předního zkříženého vazů. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 77: 296–303, 2010.
41. HEFTI, F., MULLER, W., JAKOB, R.P., STAUBLI, H.U. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 1: 226–234, 1993.
42. HENLE, P., RÖDER, C., PERLER, G., HEITKEMPER, S., EGGLI, S. Dynamic intraligamentary stabilization (DIS) for treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures: Case series experience of the first three years. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015;16:27.
43. HEVESI, M., LAPRADE, M., SARIS, D.B., KRYCH, A.J. Stem cell treatment for ligament repair and reconstruction. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019;12:446-50.
44. HOPPENFELD, S. *Physical Examination of the Spine and Extremities*, 1976 – Prentice Hall

45. CHALOUPKA, R., a kol. Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii. 1 vydání. Brno: IDVPZ, 2001
46. CHAMBAT, P., VARGAS, R., FAYARD, J.M., LEMAIRE, B., SONNERY-COTTET, B. Résultat des reconstructions du ligament croisé antérieur sous contrôle arthroscopique avec un recul supérieur à 15 ans In: Chambat P, Neyret P, eds. Le Genou et le Sport du Ligament à la Prothèse. France: Sauramps Médical; 2008. p. 147-52.
47. CHENG, M.T., YANG, H.W., CHEN, T.H., LEE, O.K. Isolation and characterization of multipotent stem cells from human cruciate ligaments. *Cell Prolif.* 2009;42:448-60.
48. CHO, K.O. Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tendon. *J Bone Joint Surg.* 1975;57A:608-12.
49. CHOUKROUN, J., DISS, A., SIMONPIERI, A., GIRARD, M.O., SCHOEFFLER, C., DOHAN, S.L., *et al.* Platelet-rich fibrin (PRF): A second generation platelet concentrate: Part I: Technological concepts and evolution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:E37-44.
50. CHOULIARAS, V., PASSLER, H.H. The history of the anterior cruciate ligament from Galen to double-bundle ACL reconstruction. *Acta Orthop Traumatol Hellenica.* ; 12:127-131.
51. JONES, K.G. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg.* 1963;45A:925-32.
52. KAPANDJI, A. I. The physiology of the joints. Volume 2 Lower limb, 2011
53. KENNEDY, J.C., WILL, R.B. Synthetic cruciate ligaments: Preliminary reports. *J Bone Joint Surg.* 1976; 58B:142.
54. KOHL, S., EVANGELOPOULOS, D.S., AHMAD, S.S., KOHLHOF, H., HERRMANN, G., BONEL, H., *et al.* A novel technique, dynamic intraligamentary stabilization creates optimal conditions for primary ACL healing: A preliminary biomechanical study. *Knee.* 2014;21:477-80.
55. KUROSAKA, M., YOSHIYA, S., ANDRISH, J.T. A biomechanical comparison of different techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1987;15:225-9.
56. LANDESBURG, R., MOSES, M., KARPATKIN, M. Risk of using platelet-rich plasma gel. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56:1116-7.
57. LANGE, F. Uber die sehnenplastik. *Verh Dtsch Orthop Ges.* 1903;2:10-2.
58. LARSON, R.L., HOWELL, S.M. Arthroscopically assisted technique for preventing roof impingement of anterior cruciate ligament graft illustrated by the use of an autogenous double-looped semitendinosus and gracilis graft. *Operative Tech Sports Med.* 1993;1:58-65.

59. IDER, P., PAŠA, L., PAVLISKA, L. Aplikace plazmy obohacené o trombocyty a leukocyty k laterálnímu epikondylu humeru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2017; 84:125–132.
60. LEMAIRE, M. Instabilité chronique du genou. Techniques et résultat des plasties ligamentaires en traumatologie sportive. *J Chir.* 1975;110:281-94.
61. LIPSCOMB, A.B., JONHSTON, R.K., SYNDER, R.B., WARBURTON, M.J., GILBERT, P.P. Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1982;10:340-2.
62. LOPOMO, N., ZAFFAGNINI, S., AMIS, A. A. Quantifying the pivot shift test: systematic review. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 21: 767–783, 2013.
63. LORBACH, O., KIEB, M., BROGARD, P., MAAS, S., PAPE, D., SEIL, R. Static rotational and sagittal knee laxity measurements after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 20: 844–850, 2012.
64. LUNDQUIST, R., et al. Bioactivity and stability of endogenous fibrogenic factors in platelet-rich fibrin - *Wound Repair and Regeneration* 2008; 16(3); 356-63
65. LYSHOLM, J., GILLQUIST, J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am. J. Sports Med.*, 10: 150–154, 1982.
66. MACINTOSH, D.L. Pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg.* 1972;54:763-4.
67. MACKAY G, ANTHONY IC, JENKINS PJ, BLYTH M. Anterior cruciate ligament repair revisited. Preliminary results of primary repair with internal brace ligament augmentation: A case series. *Orthop Muscular Syst.* 2015;4:2-5.
68. MAHAPATRA, P., HORRIAT, S., ANAND, B.S. Anterior cruciate ligament repair past, present and future. *J Exp Orthop.* 2018;5:20.
69. MARSHALL, J.L., WARREN, R.F., WICKIEWICZ, T.L. The anterior cruciate ligament. A technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;143:97-106.
70. MARX, E.R. Platelet-rich plasma: A source of multiple autologous growth factors for bone grafts. *In* : Lynch SE, Genco RJ, Marx RE, editors. *Tissue engineering, applications in maxillofacial surgery and periodontics*, Quintessence Publishing Co, Inc: Illinois; 1999. p. 71-82.
71. MARX, R.E. Platelet-Rich Plasma (PRP): What is PRP and what is not PRP – *Implant Dentistry* 2001; 10(4): 225-228

72. MARX, R.E., CARLSON, E.R., EICHSTAEDT, R.M., SCHIMMELE, S.R., STRAUSS, J.E., GEORGEFF, K.R. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:638-46.
73. MCINTOSH, D.L., DARBY, T.A. Lateral substitution reconstructions. *J Bone Joint Surg.* 1976;58B:142.
74. MUNETA, T., SEKIYA, I., YAGISHITA, K., PGUICHI, T., YAMAMOTO, H., S HINOMIYA, K. Two bundles reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy.* 1999; 15:618-24.
75. MURRAY, M.M., FLEMING, B.C., BADGER, G.J., FREIBERGER, C., HENDERSON, R., BARNETT, S., et al. Bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair is not inferior to autograft anterior cruciate ligament reconstruction at 2 years: Results of a prospective randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2020;48:1305-15.
76. MURRAY, M.M., FLUTIE, B.M., KALISH, L.A., ECKLUND, K., FLEMING, B. C., PROFFEN, B.L., et al. The bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair (BEAR) procedure: An early feasibility cohort study. *Orthop J Sports Med.* 2016;4:1-11.
77. MURRAY, M.M., KALISH, L.A., FIEMING, B.C., FLUTIE, B., FREIBERGER, C., HENDERSON, R.N., et al. Bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair: Two-year results of a first-in-human study. *Orthop J Sports Med.* 2019;7:5-18.
78. MURRAY, M.M. Current status and potential for primary ACL repair. *Clin J Sport Med.* 2010;28:51-61.
79. MUSAHL, V., HOSHINO, Y., AHLDEN, M., ARAUJO, P., IRR- GANG, J. J., ZAFFAGNINI, S., KARLSSON, J., FU, F. H. The pivot shift: a global user guide. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.,* 20: 724–731, 2012.
80. NOULIS, G. *Entorse Du Genou Vol 875.* Paris: These; p. :1-53.
81. NÝDRLE, M., VESELÁ, H. *Poranění kolenního kloubu.* 1vydání. Brno: IDVPZ, 1992
82. PAR WILTFANG, J., TERHEYDEN, H., GASSLING, V., ACYL, A. Platelet rich plasma (PRP) vs. platelet rich fibrin (PRF): Comparison of growth factor content and osteoblast proliferation and differentiation in the cell culture. *In: Report of the 2nd International Symposium on growth Factors (SyFac 2005).*
83. PERTHES, G. *Über die wiederbefestigung des abgerissenen vorderen kreuzbandes im kniegelenk.* *Zentraler Chir.* 1926;53:866-72.
84. PINCZEWSKI, L.A. Two-year Results of Endoscopic Reconstruction of Isolated ACL Ruptures with Quadruple Hamstring Tendon Autograft and Interference Screw Fixation San Francisco: AAOS Annual Meeting; 1997.

85. PUDDU, G.C. Method for reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon. *Am J Sports Med.* 1980;**8**:402-4.
86. PUTTI, V. La ricostituzione dei legamenti crociati del ginocchio. *Chir Org Movim.* 1920;**4**:96-101.
87. RAINES, B.T., NACLERIO, E., SHERMAN, S.L. Management of anterior cruciate ligament injury: What's in and what's out? *Indian J Orthop.* 2017;**51**:563-75.
88. ROBSON, A.W. Ruptured crucial ligaments and their repair by operation. *Ann Surg.* 1903;**7**:716-8.
89. ROSENBERG, T.D. Technique for Endoscopic Method of ACL Reconstruction. *Technical Bulletin Acufex Microsurgical Mansfield;* 1993
90. SANCHEZ, A.R., SHERIDAN, P.J., KUPP, L.I. Is platelet-rich plasma the perfect enhancement factor? A current review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:93-103
91. SEGOND, P. Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Med.* 1879;**16**:19-21, 40-1, 79-81, 297-9, 320-1, 400-1
92. SHERMAN, M.F., LIEBER, L., BONAMO, J.R., PODESTA, L., REITER, I. The long term followup of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med.* 1991;**19**:243-55.
93. SCHINDLER, O. Historical aspects on surgery for anterior cruciate ligament deficiency in Sanchis-Alfonso V, Monliou JC In: *The ACL-deficient knee. A problem-solving approach.* Berlin: Springer; 2012. p. 8-54.
94. SCHWARTZ, Z., SOMERS, A., MELLONIG, T.J., CARNES, D.L. Jr., DEAN, D.D., COCHRAN, D.L., et al. Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation is dependent on donor age but not gender. *J Periodontol* 1998;**69**:470-8.
95. SNOOK, G.A. A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears. *Orthop Relat Res.* 1983; **172**:11-3.
96. SONNLEITNER, D., HUEMER, P., SULLIVAN, D.Y. A simplified technique for producing platelet-rich plasma and platelet concentrate for intraoral bone grafting techniques: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:879-82.
97. STARK, J. Two cases of ruptured crucial ligaments of the knee-joint. *Edinb Med Surg J.* 1850;**74**:267-71.
98. STEINERT, A.F., KUNZ, M., PRAGER, P., BARTHEL, T., JAKOB, F., NÖTH, U., et al. Mesenchymal stem cell characteristics of human anterior cruciate ligament outgrowth cells. *Tissue Eng Part A.* 2011;**17**:1375-88.

99. TORG, J.S., CONRAD, W., KALEN, V. Clinical diagnosis of anterior knee instability in the athlete. *Am J Sports Med.* 1976;4:84-93.
100. UCHIDA, R., HORIBE, S., NAKAMURA, N. Stem cell-based therapy in anterior cruciate ligament repair. *Ann Joint.* 2017;2:76.
101. VAN ECK, C.F., FU, F.H. We have to eliminate nonanatomic anterior cruciate ligament tunnel placement as a cause of osteoarthritis. *Arthroscopy*, 27: 601–602, 2011.
102. VANEIJK, F., SARIS, D.B., RIESLE, J., WILLEMS, W.J., VAN BLITTERSWIJK, C.A., VERBOUT, A.J., et al. Tissue engineering of ligaments: A comparison of bone marrow stromal cells, anterior cruciate ligament, and skin fibroblast as cell source. *Tissue Eng.* 2004;10:893-903.
103. Vivostat Technical Report No. 1005 - Data on file at Vivostat A/S
104. Vivostat Technical Report No. 1007 – Data on file at Vivostat A/S
105. WEBER, E., WEBER, W. *Mechanik der Menschlichen Handwerkzeuge* Göttingen: Dieterich'sche Buchhandlung; 1836.
106. WEIBRICH, G., KLEIS, W.K., BUCH, R., HITZLER, W.E., HAFNER, G. The Harvest Smart PreP system versus the Friadent-Schutze platelet-rich plasma kit. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:233-9.
107. WEIBRICH, G., KLEIS, W.K. CURASAN PRP kit vs. PCCS PRP system: Collection efficiency and platelet counts of two different methods for the preparation of platelet-rich plasma. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:437-43.
108. YASUDA, K., KONDO, E., ICHIYAMA, H., KITAMURA, N., TANABE, Y., TOHYAMA, H., et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*. 2004;20:1015-25.
109. YUNES, M., RICHMOND, J.C., ENGELS, E.A., PINC-ZEWSKI, L.A. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy*, 17: 248–257, 2001.
110. ZANTOM, T., HERBBORT, M., et al. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am. J. Sports Med.*, 35: 223–237, 2007.
111. ZEMAN, P., KOUDELA, K. JR., KASL, J., NEPRAŠ, P., ZEMAN, J., MATĚJKA, J.: Anatomická rekonstrukce LCA double- versus single-bundle technikou – zhodnocení krátkodobých klinických výsledků prospektivní randomizované studie, *Acta Chir. orthop. Traum. Čech*, 81: 40–50, 2014
112. ZEMAN, P., NEPRAŠ, P., MATĚJKA, J., KOUDELA, K. JR. Anatomická rekonstrukce předního zkříženého vazů double bundle technikou - možnosti cílení femorálních kanálů. *Acta Chir. Orthop. Traum. Čech*, 79: 41-47, 2012.

Seznam obrázků

Obrázek 1. Design studie	8
Obrázek 2. Fotografie přístroje Genourob v praxi	11
Obrázek 3. Vivostat processor a aplikátor (www.vivostat.com/products/the-vivostat-system).....	13
Obrázek 4. Fotografie z operačního sálu při odběru štěpů a aplikaci PRF	14
Obrázek 5. Aplikace PRF v kloubu na povrch štěpu na konci ACLR.....	15
Obrázek 6. MRI zobrazení šikmého sagitálního řezu	17
Obrázek 7. MRI zobrazení štěpu v jeho průběhu v šikmém koronárním řezu.....	18
Obrázek 8. Graf 1. Rozdíl mezi hodnocením skóre dle Lysholma před a po operaci – rozdíl nebyl statisticky signifikantní, $p=0,26$. Osa X: kontrolní skupina = 0, skupina s použitím PRF =1; osa Y: rozdíl v hodnocení Lysholmova skóre před a po operaci.....	24
Obrázek 9. Graf 2. Rozdíl mezi hodnocením IKDC skóre před a po operaci – rozdíl nebyl statisticky signifikantní, $p=0,36$. Osa X: kontrolní skupina = 0, skupina s použitím PRF =1; osa Y: rozdíl v hodnocení IKDC skóre před a po operaci.....	25

Seznam tabulek

Tabulka 1. Soubor pacientů ve studii a jejich demografická data.....	9
Tabulka 2. Shrnutí inkluzních a exkluzních kritérií.....	10
Tabulka 3. Výsledky MRI v 6. Pooperačním měsíci	20
Tabulka 4. Výsledky MRI ve 12. pooperačním měsíci.....	22
Tabulka 5. Shrnutí výsledků klinického hodnocení pomocí Lysholmova skóre a IKDC, návrat ke sportovní aktivitě a selhání štěpu podle kritérií uvedených výše. Hodnoty signifikance p se vztahují na porovnání absolutní hodnoty rozdílu (před-pooperačně) mezi jednotlivými skupinami pomocí Wilcoxonova testu (Lysholm, IKDC, GenouRob), Fisherova testu (návrat ke sportovní aktivitě) a log-rank testu (štěpu).	23
Tabulka 6. Výsledky SSD	26
Tabulka 7. Výsledky hodnocení PST.....	26

Přehled publikační činnosti autora

ZEMAN, P., KOUDELA, K. JR., KASL, J., NEPRAŠ, P., ZEMAN, J., MATĚJKA, J.:
Anatomická rekonstrukce LCA double- versus single-bundle technikou – zhodnocení krátkodobých klinických výsledků prospektivní randomizované studie, Acta Chir. orthop. Traum. Čech, 81: 40–50, 2014

ZEMAN, P., KASL, J., TUPÝ, R., FREI, R., KOTT, O., KAUTZNER, J.:
Zhodnocení MRI nálezů na šlachovém štěpu po anatomické rekonstrukci předního zkříženého vazů u pacientů s aplikací versus bez aplikace fibrinu bohatého na krevní destičky – výsledky prospektivní randomizované studie, Acta Chir. orthop. Traumatol Cech. 85, No. 5 p. 343–350, 2018

KASL, J., ZEMAN, P., PAVELKA, T., CIBULKOVÁ, J., PILNÝ, J., MATĚJKA, J.:
Klinické výsledky aplikace fibrinu bohatého na destičky během anatomické rekonstrukce předního zkříženého vazů: výsledky prospektivní randomizované studie, Acta Chir. orthop. Traumatol Cech. (práce byla 2.1.2022 přijata k uveřejnění do časopisu)

Přednášky na odborných setkáních

2013 Možnosti ovlivnění vhojování a ligamentizace štěpu při ACLR, VI. International congress Slovak society for arthroscopy and sport traumatology 2013

2013 Problematika a operační techniky AC kloubu, Symposium artroskopické rekonstrukční výkony na ramenním kloubu 2013

2014 Anatomická rekonstrukce LCA – možnosti ovlivnění vhojování štěpu – PRF (Platelet – rich Fibrin), XVIII. Národní kongres ČSOT 2014

2015 Ovlivnění biologických faktorů při ACLR, Symposium praktických lékařů ZČK

2016 Předstvení prospektivní randomizované studie u pacientů s PRF aplikací při ACLR (Večer Kliniky ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí)

2018 ACLR (anterior cruciate ligament reconstruction) s aplikací PRF, X. Národní kongres společnosti pro sportovní traumatologii a artroskopii

2019 Problematika implantace aloplastik kolenního kloubu (Večer Kliniky ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí)