

## SOUBORNÝ REFERÁT/CURRENT CONCEPTS REVIEW

# Možnosti časného operačního ošetření poranění předního zkříženého vazů

## Early Surgical Treatment Options for Anterior Cruciate Ligament Injury

FILIP HUŠEK<sup>1,2</sup>, ROMAN MIZERA<sup>1</sup>, LUKÁŠ ČAPEK<sup>3</sup>, ZDENĚK HORÁK<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Krajská nemocnice Liberec, Oddělení ortopedie, Liberec

<sup>2</sup> 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha

<sup>3</sup> Krajská nemocnice Liberec, Oddělení klinické biomechaniky, Liberec

<sup>4</sup> Vysoká škola polytechnická, Jihlava

Tato práce byla spolufinancována interním grantem VR 230303 Krajské nemocnice Liberec, a.s.

### Korespondující autor:

doc. Ing. Lukáš Čapek, Ph.D.

Husova 357/10

460 63 Liberec

lukas.capek@nemlib.cz

## SUMMARY

Anterior cruciate ligament (ACL) is one of the most commonly injured structures in distortion injuries of the knee joint. Currently, there is no consensus among the professional community regarding the basic principles and timing of ACL injury management. An analysis of several retrospective studies from the 2008–2023 period provides information on ACL preservation procedures and a comparison of these results with those of ACL reconstruction surgery using a graft. The most comprehensive information was provided by a large meta-analysis conducted by Van der List et al. in 2019, which compared 1101

patients from 13 studies who had undergone an ACL preservation surgery. Wilson et al. carried out a retrospective study of patients who underwent ACL repair with InternalBrace (Arthrex® implant system) ligament augmentation. In their meta-analysis, Van der List et al. reported the failure rate of 7–11% and the functional outcome score > 85% of maximum scores in the scoring systems used (Lysholm, KOOS, IKDC score) for the preservation procedures. Wilson et al. in their retrospective study reported the failure rate of 10.4% and the functional outcome > 87% of maximum scores in the scoring systems used. These values are consistent with similar outcomes reported in patients

undergoing ACL reconstruction surgery using a graft. According to the available literature, the primary ACL refixation with InternalBrace augmentation for proximal ruptures appears to be a safe technique with satisfactory outcomes when properly timed and indicated. In acute proximal ruptures, this technique should be considered as an alternative to ACL reconstruction using a graft, with potential benefits of preserving the original tissue and proprioception of the ligament. A prospective randomized study which would compare these two surgical techniques is still lacking in the literature.

**Key words:** ACL, proximal rupture, primary repair, InternalBrace.

## ÚVOD

Přední zkřížený vaz (dále bude používána zkratka LCA z latinského názvu vazů) patří k nejčastěji poškozeným strukturám při distorzním poranění kolenního kloubu. Následkem přetržení LCA bývá nestabilita kolenního kloubu s rozvojem sekundární artrózy. I přes značné množství publikací, věnujících se operační léčbě ruptur LCA, dosud neexistuje mezi odbornou veřejností shoda ani na základních principech a načasování ošetření těchto poranění.

## HISTORIE

Existenci LCA poprvé popsal Galén ve 2. století n. l. (7). Robert Adams v roce 1837 jako první popsal a klinicky pozoroval rupturu LCA, léčba v té době byla výhradně konzervativní (1). První otevřenou suturu provedl v roce 1897 Sir Arthur Mayo-Robson (17). Otevřené sutury vazů prováděné v 70. a 80. letech minulého století nedosahovaly dobrých výsledků, proto bylo od této techniky prakticky upuštěno. Zlatým standardem operační léčby ruptury LCA se u aktivních a sportujících pacientů stala náhrada vazů pomocí alo- či autoštetpu (16, 23). V posledním desetiletí opět stoupá snaha o reparaci nativního vazů, tentokrát s využitím dříve nedostupných implantátů. Cílem těchto rekonstrukčních výkonů je zachování propriocepce a správné

kinematiky kolenního kloubu s předpokladem zpomalení rozvoje degenerativních změn (25).

## MORFOLOGIE LCA

LCA je pruhovitá struktura tvořena hustou pojivovou tkání. Makroskopicky se až v 26 % kolenních kloubů nachází LCA jako jednosvazková (single-bundle) struktura. Všeobecně je však uznáván fakt, že je LCA složen ze dvou částí – anteromedálního (AMB) a posterolaterálního svazku (PLB), které nemají izometrickou funkci. Při flexi kolenního kloubu dochází u AMB k prodloužení, zatímco PLB se zkracuje. Femorální úpon LCA se nachází v zadní části laterálního kondylu na jeho vnitřním povrchu a zaujímá cca 66 % laterální plochy interkondylární fosy. Z femorálního úponu pokračuje vaz dopředu mediálně a distálně, kde se tibiálně upíná do *area intercondylaris anterior* (4).

Inervaci vazů zajišťují *rami articulares n. tibialis*, které dorzálně penetrují kloubní pouzdro a běží periligamentózně v synoviálním duplikatuře vazů. Větší část nervových vláken plní vasomotorickou funkci. Část nemyelinizovaných vláken běžících mezi fascikly LCA obsahuje mechanoreceptory, které plní proprioceptivní funkci a poskytují aferentní signály k posturálním změnám kolenního kloubu (4).

Cévní zásobení zajišťuje *arteria genus media*, která běží podél LCA a vydává nutritivní větvičky k vazům, které tvoří intraligamentózní síť. Dalšími tepnami, které se podílejí na nutrici, jsou *arteria genus media inferior* a *arteria genus lateralis inferior*, které anastomozují v infrapatelárním tukovém tělese a zásobují distální část LCA (21).

Histologická stavba je v jednotlivých částech vazů odlišná:

1. U proximální části vazů převažuje buněčná složka skládající se převážně z fuziformních fibroblastů, v mezibuněčné hmotě pak převažuje kolagen typu II a glykoproteiny fibronectin a laminin. Proximální část vazů je méně pevná, má však dobré cévní zásobení (viz výše), které zvyšuje hojivý potenciál ruptur v této oblasti.
2. Střední část vazů obsahuje mimo buněčné složky velké množství high-density kolagenních vláken a také speciální fibroartilaginózní zónu v místě kontaktu přední plochy vazů s přední hranou interkondylární fosy. V místě fibroartilaginózní zóny má LCA horší cévní zásobení a menší potenciál k hojení.
3. Distální část vazů je nejpevnější. Obsahuje velké množství fibro- a chondroblastů a low-density kolagenní vlákna (4).

## ASPEKTY DIAGNOSTICKÉHO PROCESU PORANĚNÍ LCA S OHLEDEM NA MOŽNOSTI AKUTNÍ REKONSTRUKCE

Při prvotním kontaktu s pacientem je standardně proveden rentgenový snímek, který je většinou bez patologického

nálezů. Výjimkou je výskyt Segondovy fraktury. Jedná se o avulzní zlomeninu laterálního tibiálního platu. Výskyt Segondovy zlomeniny je dle literatury v 75–100 % doprovázen rupturou LCA (6, 18).

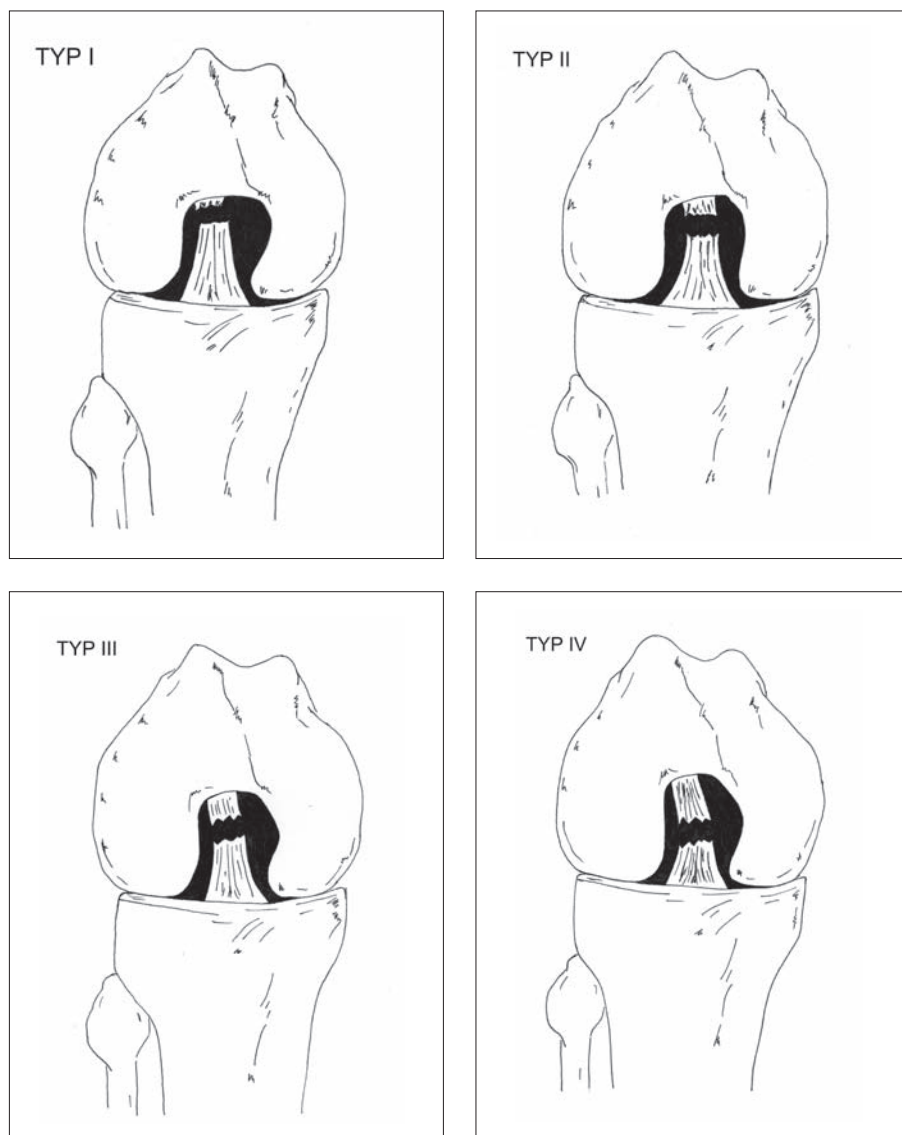
Společně s rtg je v rámci primární péče důležité klinické vyšetření. Standardně se k vyšetření předozadní stability používá přední zásuvka, Lachmanův test a pivot shift test. Výtežnost těchto vyšetření je závislá na zkušenostech vyšetřujícího a na míře spolupráce vyšetřovaného.

**Přední zásuvka** je prováděna při flexi 90° v kolenní, pacient leží na vyšetřovacím stole v supinační poloze, nohu má naplocho položenou, vyšetřující si ke zvýšení stability na pacientovu nohu sedne, uchopí proximální bérce pacienta palci vpředu a prsty vzadu, poté šetrně táhne tibii dopředu a pozoruje její posun. Dle literatury je senzitivita tohoto vyšetření 22,2–41 % u pacienta vyšetřovaného při vědomí, při vyšetření v celkové anestezii stoupá senzitivita k 79,6–91 % (8, 11). Senzitivita vyšetření se liší u pacientů s akutní a chronickou LCA insuficiencí. Dále je toto vyšetření ovlivněno případnými přidruženými poraněními (14).

**Lachmanův test** je prováděn v supinační poloze, kdy je končetina vyšetřovaná v rozmezí od plné extenze do flexe v 15°. Jedna ruka vyšetřujícího drží femur vyšetřovaného, druhá drží proximální tibii a šetrným tlakem na zadní stranu se vyšetřující pokouší o přední translaci tibie. Senzitivita tohoto vyšetření je uváděna mezi 80–99 %, specifita 91 %. Tento test je proto uváděn jako nejvhodnější k posouzení ruptury LCA a jako nejvhodnější k posouzení stability u akutních lézí (8, 11, 14).

**Pivot shift test** je prováděn v supinační poloze, jednou rukou vyšetřující drží pacienta v oblasti hlezna, dolní končetina je flektována. Druhou rukou drží vyšetřující pacienta v oblasti hlavičky fibuly a laterálního kondylu tibie. Při přechodu do extenze je proximální tibie tlačena do valgu se současnou vnitřní rotací bérce v oblasti hlezna. U pacientů s rupturou LCA dochází k subluxaci laterálního tibiálního platu a jeho impigementu o laterální femorální kondyl. Při přechodu zpět do flexe při cca 30° dojde k repozici tibiálního platu s typickým zvukovým fenoménem. Senzitivita tohoto vyšetření u pacientů v celkové anestezii je mezi 84–94 %, specifita se pohybuje až okolo 98 %, u pacientů při vědomí senzitivita dosahuje pouze 35 % (3, 8, 11, 14, 20).

**Vyšetření magnetickou rezonancí (MRI)** je při poranění LCA nenahraditelnou zobrazovací modalitou. V roce 1991 Sherman et al. provedli rozsáhlou analýzu střednědobých výsledků u provedených otevřených sutur LCA (19). Ruptury byly kategorizovány na základě lokalizace a kvality tkáně do 4 skupin (obr. 1). Van der List et al. provedli dle MRI výsledků modifikaci této klasifikace (22): typ I (< 90 % délky distálního pahýlu), typ II (75–90 %), typ III (25–75 %). DiFelice provedl mezi lety 2008 a 2017 rozsáhlou retrospektivní studii pacientů s artroskopickou operací LCA – reparační případně rekonstrukční výkon dle typu ruptury a stavu tkáně (2). Studie prokázala, že MRI má zásadní význam v předoperačním plánování. Přináší



**Obr. 1. Klasifikace ruptur LCA dle Shermana:**

**Typ I** – avulze proximálního úponu,  
**Typ II** – ruptura LCA v proximální čtvrtině vazů,  
**Typ III** – ruptura v úrovni proximální třetiny,  
**Typ IV** – ruptura ve střední části vazů

Zdroj: volně dle Shermana (1991).

**Fig. 1. Sherman classification of ACL tear:**

**Type I** – a proximal avulsion tear/avulsion of the proximal attachment,  
**Type II** – a proximal quarter ACL tear / tear in the proximal quarter of the ACL),  
**Type III** – a proximal third tear,  
**Type IV** – a mid-substance tear / tear in the middle of the ligament

Source: loosely based on Sherman (1991).

chirurgovi důležitou informaci ohledně typu ruptury a kvality tkáně, na základě které lze prediktivně zhodnotit pravděpodobnost provedení primární artroskopické reparace LCA (22). Až v 93 % procentech ruptur typu I a typu II modifikované Shermanovy klasifikace s dobrou kvalitou tkáně je možné provést vaz zachovný výkon s následným dobrým funkčním výsledkem (19, 22).

## NAŠE ZKUŠENOSTI

Ve shodě s výše citovanými autory provádíme na našem pracovišti rutinně u pacientů s podezřením na poranění LCA časné vyšetření kolenního kloubu magnetickou rezonancí (optimálně do 2 týdnů od úrazu). Podle výsledku MRI indikujeme časnou rekonstrukci LCA (Van der List I+II) nebo plastiku LCA (ostatní

poranění). Dále využíváme zobrazení magnetickou rezonancí k odhalení dalších přidružených poranění kolenního kloubu (meniskové léze, chondrální defekty, nitrokloubní zlomeniny, vazová poranění) a plánování jejich rekonstrukce v jedné době.

## INDIKACE K AKUTNÍMU REKONSTRUKČNÍMU VÝKONU RUPTURY LCA

Možnost primární artroskopické reparace LCA souvisí s cévním zásobením. Pouze proximální část vazů má dostatečné prokrvení, díky kterému mají potenciál k dobrému hojení pouze proximální avulze a ruptury v proximálních 25 % vazů. Na rozdíl od ruptur střední části vazů, kde je cévní zásobení nedostatečné a zhojení je prakticky nemožné. Potenciálními výhodami vaz zachovného výkonu je menší invazivita a kratší

operační čas (25). Dále časnější dosažení plného rozsahu pohybů. V porovnání s náhradami vazů štěpem experimentální studie předpokládají snížení rizika rozvoje osteoartrózy u primárních reparací. Případnou rekonstrukci štěpem je možné provést i v druhé době, pokud dojde k selhání zachovného výkonu (24).

DiFelice et al. jako první prezentovali excelentní výsledky primární artroskopické refixace vazů, která byla následně potvrzena dalšími autory (2). Van der List et al. ve své rozsáhlé retrospektivní studii z roku 2018 zahrnuli 361 pacientů s akutní rupturou LCA. Celkem 44 % pacientů zahrnutých do studie bylo vhodných k primární artroskopické refixaci vazů. Analýza vybraného spektra pacientů prokázala, že pravděpodobnost možné primární refixace stoupá s věkem, konkrétně s věkem nad 35 let. V této věkové skupině je na předoperačním MRI signifikantně vyšší výskyt proximálních avulzí LCA. Dalším faktorem zvyšujícím pravděpodobnost primární reparace vazů je časový odstup operačního výkonu od úrazu. Studie jednoznačně prokázala, že primární refixaci je možné nejčastěji provést v časovém horizontu do 4 týdnů od úrazu. Prodloužení doby vede k retrakci distálního pahýlu, jeho jizvení a celkovému zhoršení kvality tkáně vhodné k reparaci (25). Historicky se předpokládalo, že operační výkon na LCA v prvních týdnech po úrazu vede k rozvoji artrofibrózy, nicméně tuto domněnku vyvrací poslední studie (5). Toto riziko u akutních pacientů výrazně klesá, pokud pacienti dosáhnou dobrého rozsahu pohybu v daném kloubu již předoperačně. Některé z těchto studií dokonce prezentují, že u akutních rekonstrukcí dosahují lepších výsledků než u rekonstrukcí odložených (5, 9). Dle těchto poznatků Van der List et al. doporučili provádět operační výkon na LCA v časovém intervalu mezi jedním až čtyřmi týdny od úrazu, kdy je největší pravděpodobnost provedení primární

refixace vazů a zároveň klesá riziko rozvoje ztuhlého kloubu (důležité je dosažení plné hybnosti předoperačně) (25).

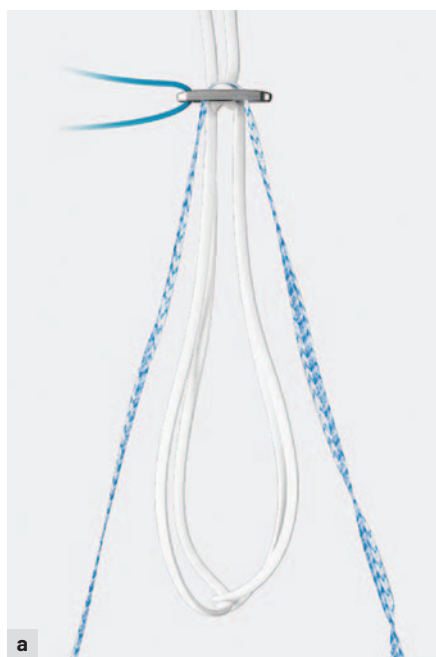
Dalším faktorem ovlivňujícím možnost primární reparace vazů byla BMI. U pacientů s BMI < 26 byl častější výskyt proximálních ruptur. Přítomnost ruptury laterálního menisku naopak snižovala pravděpodobnost refixace vazů. U mechanismu úrazu (včetně rozdělení na kontaktní a nekontaktní), nebyla prokázána příčinná souvislost s pravděpodobností výskytu rekonstruovatelné proximální ruptury (25).

## NAŠE ZKUŠENOSTI

Metodu InternalBrace (Arthrex®) na našem pracovišti používáme od roku 2017. Náš soubor obsahuje 137 pacientů. Průměrný věk v době implantace byl 36,5 let, což potvrzuje věkovou hranici uvedenou Van der Listem et al., častěji se jednalo o ženy. Průměrné BMI bylo 24,99, celkem v 72,3 % případů bylo BMI pod 26. U 11 pacientů, tedy v 8 % případů, byla provedena primární refixace s odstupem delším než 6 týdnů od úrazu. Průměrná délka doby od úrazu k operaci byla 19,4 dnů. Infekční komplikace jsme pozorovali v cca 2,2 % případů, což je nižší hodnota, než publikují ostatní pracoviště, která provádějí tuto metodu.

## OPERAČNÍ TECHNIKY AKUTNÍ REFIXACE RUPTURY LCA

Technik, jak provést primární refixaci LCA, je více. Před zavedením augmentačních implantátů byla standardem technika s prošitím vazů a jeho fixací femorálně na skobu či button. McKay et al. předpokládali, že v případě použití augmentace



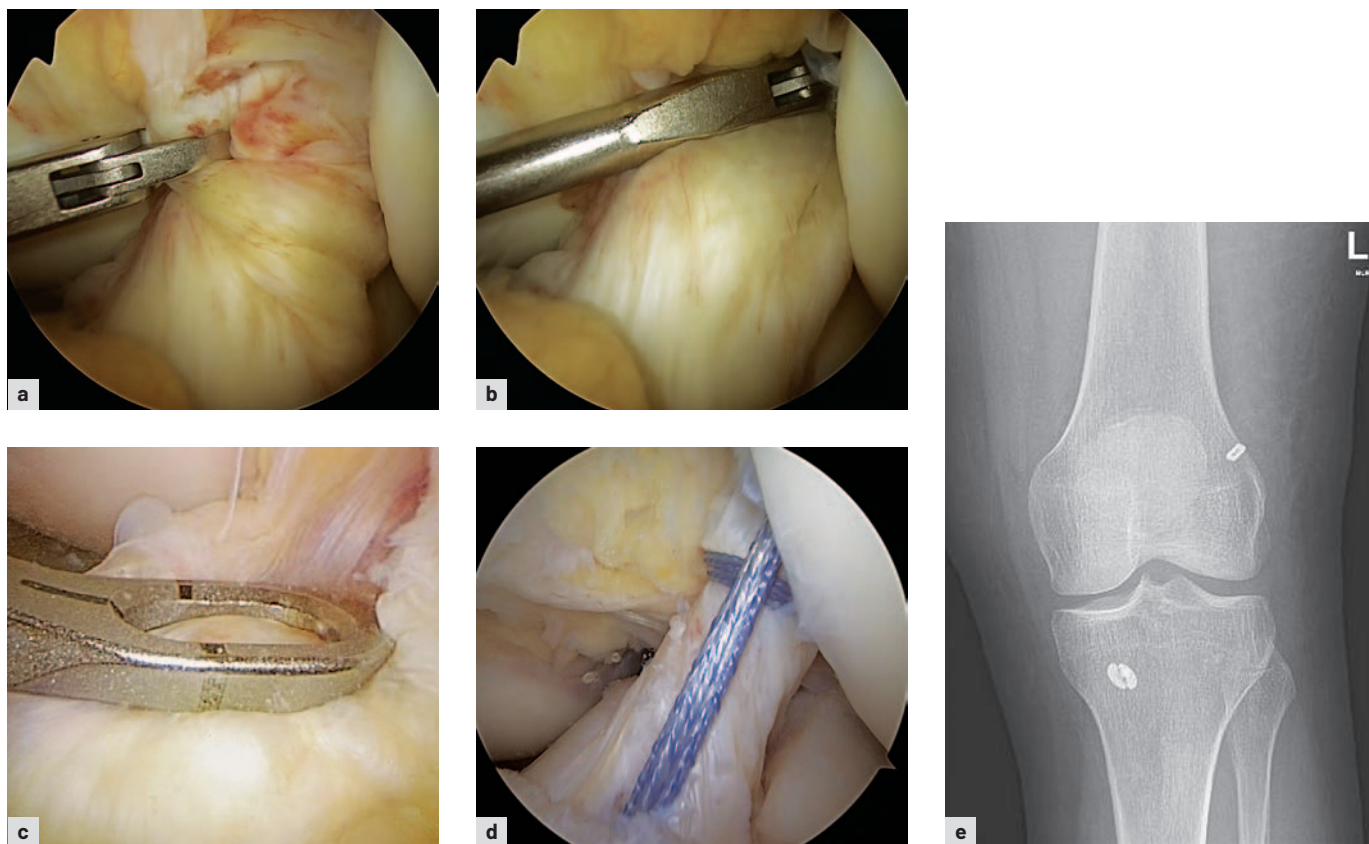
**Obr. 2.** Implantát InternalBrace od firmy Arthrex ©:  
a – TightRope s protaženou páskou FiberTape,  
b – schéma rekonstrukce LCA s augmentací InternalBrace.

Zdroj: se svolením firmy Arthrex ©.

**Fig. 2.** InternalBrace implant by Arthrex ©:  
a – TightRope with FiberTape loop,  
b – scheme of ACL repair with InternalBrace augmentation.

Source: courtesy of Arthrex ©.





**Obr. 3.** Fotografie operačního postupu:

a – verifikace proximální avulze a kvality tkáně LCA,  
b – dotažení LCA do místa proximálního úponu,  
c – cílení skrze tibiální úpon,  
d – finální výsledek s definitivní tonizací LCA,  
e – pooperační rtg snímek.

**Fig. 3.** Photos of the surgical procedure:

a – verification of proximal avulsion and ACL tissue quality,  
b – pulling ACL to the site of proximal attachment,  
c – targeting through the tibial attachment,  
d – final result with definitive ACL restoration,  
e – postoperative X-ray.

InternalBrace (Arthrex®) uchrání samotnou suturu a refixaci LCA, zvýší hojivý potenciál a současně umožní časnou mobilizaci, bez použití další externí fixace (13, 26). Biomechanické studie prokázaly větší odolnost augmentačních technik. Massey et al. ve svém biomechanickém měření na kadávech s arteficiálně vytvořenou rupturou proximálního úponu LCA porovnávali síly vedoucí k selhání jednotlivých technik. U techniky využívající augmentaci LCA implantátem IB bylo k jejímu selhání potřeba téměř 2,5krát vyšší silové zátěže než u techniky prosté refixace (15). V případě augmentačního výkonu InternalBrace se implantát skládá ze dvou částí – z TightRope, který obsahuje kotvu a slouží k tonizaci a fixaci celého implantátu femorálně a polyesterového pleteného vlákna – FiberTape, které slouží k vlastní augmentaci a fixaci implantátu tibiálně (obr. 2).

## OPERAČNÍ POSTUP

Artrioskopická refixace vazů technikou InternalBrace je prováděna ve standardní poloze na zádech s kolenem fixovaným

v držáku pro artrioskopické operace. Z anterolaterálního (dále AL) a anteromediálního (dále AM) portu je provedena standardní inspekce celého kolenního kloubu s případným ošetřením přidružených poranění. Háčkem je lokalizována ruptura a určena kvalita tkáně (obr. 3a). Pomocí grasperu je napnut distální pahýl LCA k posouzení jeho délky a rozhodnuto, zda je vhodný k primární refixaci vazů (obr. 3b) (12). AM portem zavedeme tibiální cílič, který umístíme centrálně do místa distálního úponu LCA (obr. 3c), přes cílič zavedeme drát o průměru 2,4 mm, zkontrolujeme jeho pozici a v případě vyhovujícího postavení vrtáme tibiální kanál po drátu kanylovaným vrtákem o průměru 4,5 mm. Za pomoci drátu s očkem přes tibiální kanál a bazi LCA protáhneme pomocné vlákno, které dočasně vyvedeme přes AM port z kloubu ven. Poté pomocí FibreLink (Arthrex®) prošíjeme distální pahýl LCA. V místě původního proximálního origa vazů provádíme návrtky ke stimulaci hojení. Drátem o průměru 4 mm vrtáme ve flexi kolenního kloubu femorální kanál. Za očko distálního konce drátu vytáhneme FiberLink s prošitým vazem a implantát TightRope s páskou FiberTape (obojí Arthrex®) přes zevní kortiku

femuru. Na pomocné vlákno navážeme Tightrope a FiberTape a protáhneme implantát distálně přes tibiální kanál, kde implantát fixujeme na button nebo skobu. Proximálně střídavým dotahováním jednotlivých konců vláken fixujeme skobu z implantátu TightRope k laterální kortice femuru. Poté k femorální části implantátu TightRope přiuzlíme v extenzi FiberLink s prošitým vazem. Sutura dotahujeme a tonizujeme LCA, tak aby byla zachována plná hybnost v kloubu a zároveň bylo dosaženo předozadní stability (obr. 3d)(10). Pooperačně není nutná externí fixace (25).

## NAŠE ZKUŠENOSTI

Osvědčilo se nám provést při hraniční kvalitě tkáně distálního pahýlu jeho dvojité prošití vláknem FiberLink, které poskytuje lepší pevnost sutury a snižuje riziko proříznutí vlákna vazem. Jako jednu z hlavních úskalí celé implantace hodnotíme tonizaci vlastního implantátu. Dosažení správné míry tonizace je velmi obtížné a při přílišném dotažení může i při správné pozici působit implantát pacientům v pooperačním období potíže

s nutností operační revize a extrakce implantátu. Ke zvážení je proto modifikace originálního postupu tak, že dotažení a tonizaci pásky provedeme ve flexi. Při správném zacílení vrtaných kanálů takto tonizovaná páska dostačuje k augmentaci prošitého vazy a zároveň snižuje riziko možných pooperačních komplikací způsobených příliš tonizovaným implantátem.

## ZÁVĚR

Z našich zkušeností v souladu s literaturou vyplývá, že správně indikovaná primární refixace LCA, dosahuje obdobných funkčních výsledků a rizika selhání jako rekonstrukce LCA štěpem. Tato operační metoda se při správné indikaci jeví jako bezpečná s uspokojivými výsledky a měla by být u akutních proximálních ruptur zvažována jako alternativa k rekonstrukci LCA štěpem s potenciálními benefity, kterými jsou zachování původní tkáně a propriocepce vazy. V současné době chybí v odborné literatuře prospektivní randomizovaná studie porovnávající techniku náhrady LCA štěpem s technikou primární refixace vazy s augmentací implantátem InternalBrace. ■

## Literatura

- Adams R. Abnormal conditions of the knee joint. In: Todd RB (ed) *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*, Vol III. Sherwood Gilbert & Piper, London, 1847, pp 48–78.
- DiFelice GS, van der List JP. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears. *Arthrosc Tech*. 2016;5:e1057–e1061. doi:10.1016/j.eats.2016.05.009
- Donaldson WF III, Warren RF, Wickiewicz T. A comparison of acute anterior cruciate ligament examinations. Initial versus examination under anesthesia. *Am J Sports Med*. 1985;13:5–10.
- Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:204–213.
- Eriksson K, von Essen C, Jonhagen S, Barenius B. No risk of arthrofibrosis after acute anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26:2875–2882.
- Fernandes LR, Ouanezar H, Saithna A, Sonnery-Cottet B. Combined ACL reconstruction and Second fracture fixation fails to abolish anterolateral rotatory instability. *BMJ Case Rep*. 2018;2018:bcr2018224457.
- Galen. On the usefulness of the parts of the body. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;411:4–12. doi: 10.1097/01.blo.0000068182.83581.01.
- Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2020;28:80–86.
- Herbst E, Hoser C, Gfollner P, Heppinger C, Abermann E, Neumayer K. Impact of surgical timing on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:569–577.
- Hopper GP, Aithie JMS, Jenkins JM, Wilson WT, MacKay GM. Satisfactory patient-reported outcomes at 5 years following primary repair with suture tape augmentation for proximal anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023;30:253–259.
- Jonsson T, Althoff B, Peterson L, Renstrom P. Clinical diagnosis of ruptures of the anterior drawer ligament: a comparative study of the Lachman test and the anterior drawer sign. *Am J Sports Med*. 1982;10:100–102.
- Kalina R, Holibka R, Fidler E, Gallo J, Sigmund M. [InternalBrace ACL repair – first experiences and outcomes]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2019;86:423–430.
- MacKay G, Anthony IC, Jenkins PJ, Blyth M. Anterior cruciate ligament repair revisited: preliminary results of primary repair with InternalBrace ligament augmentation: a case series. *Orthop Muscul Syst*. 2015;4:188. doi:10.4172/2161-0533.1000188
- Malanga GA, Andrus S, Nadler SF, McLean J. Physical examination of the knee: a review of the original test description and scientific validity of common orthopedic tests. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:592–603.
- Massey P, Parker D, McClary K, Robinson J, Barton RS, Solitro GF. Biomechanical comparison of anterior cruciate ligament repair with internal brace augmentation versus anterior cruciate ligament repair without augmentation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020;77:105065.

16. Nixon JE. Acute injuries of the anterior cruciate ligament of the knee: primary repair. *Bull N Y Acad Med.* 1980;56:483–487.
17. Schindler OS. The story of anterior cruciate ligament reconstruction. *J Perioper Pract.* 2012;22:189–196.
18. Segond P. Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Progrès Médical.* 1879;7:297–299,319–321,340–341.
19. Sherman MF, Lieber L, Bonamo JR, Podesta L, Reiter I. The long-term follow-up of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med.* 1991;19:243–255.
20. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med.* 1976;4:84–93.
21. Toy BJ, Yeasting RA, Morse DE, McCann P. Arterial supply to the human anterior cruciate ligament. *J Athl Train.* 1995;30:149–152.
22. Van der List JP, DiFelice GS. Preoperative magnetic resonance imaging predict eligibility for arthroscopic primary anterior cruciate ligament repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;26:660–671.
23. Van der List JP, DiFelice GS. Primary repair of the anterior cruciate ligament: a paradigm shift. *Surgeon.* 2017;15:161–168.
24. Van der List JP, DiFelice GS. Range of motion and complications following primary repair versus reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee.* 2017;24:798–807.
25. Van der List JP, Jonkergouw A, Van Noort A, Kerkhoffs GMMJ, DiFelice GS. Identifying candidates for arthroscopic primary repair of the anterior cruciate ligament: A case-control study. *Knee.* 2019;26:619–627.
26. Wilson WT, Hopper GP, Banger MS, Blyth MJG, Riches PE, MacKay GM. Anterior cruciate ligament repair with internal brace augmentation: a systematic review. *Knee.* 2022;35:192–200.

Hušek F, Mizera R, Čapek L, Horák Z. Možnosti časného operačního ošetření poranění předního zkříženého vazů. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2025;92:45–51.