

---

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

# Îmbunătățiri ale tehnicilor artroscopice de reconstrucție a ligamentului încrucișat anterior

---

Doctorand **Cristian-Tudor Buescu**

---

Conducător de doctorat Prof.dr. **Dan Lucaciu**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

**Cuvinte cheie:** reconstrucția ligamentului încrucișat anterior, tendon liber cvadricipital, sutura surjet dublu, leziuni articulare asociate leziunii LIA

## INTRODUCERE

Teza de față reprezintă o sinteză a tehnicilor chirurgicale artroscopice de reconstrucție a ligamentului încrucișat anterior (LIA) cu anumite îmbunătățiri și recomandări rezultate din cercetarea proprie. Scopul principal al tezei este de a aduce argumente în favoarea folosirii grefei libere din tendon cvadricipital (TCL) în contextul interesului crescut observat în literatura de specialitate din ultimii 10 ani pentru această variantă. Scopurile secundare au fost compararea grefei menționate cu o greță folosită în mod curent (tendoanele semitendinos și gracilis (STG)), evaluarea biomecanică a unui montaj greță liberă – fir de sutură – dispozitiv de fixare extracorticală și evaluarea tehnicilor chirurgicale de reconstrucție a LIA și de tratament al leziunilor asociate folosite în prezent în clinica noastră în vederea comparării rezultatelor cu cele din literatura de specialitate.

## CONTRIBUȚIE PERSONALĂ

### **Studiul 1. Reconstrucția artroscopica a LIA cu autogrefon liber cvadricipital versus semitendinos si gracilis: studiu clinic**

Unul din aspectele încă neclare în recomandările internaționale este tipul de autogrefon folosit pentru reconstrucția artroscopică a LIA. În ultimul timp folosirea tendonului cvadriciceps devine din ce în ce mai populară, datorită versatilității crescute în obținerea diverselor variante de construcție și fixare și datorită morbidității reduse la locul recoltării. Cu toate acestea, cele mai folosite tipuri de greță în prezent sunt os-tendon patelar-os (OTPO) și semitendinos și gracilis (STG). Este în general acceptat că recoltarea STG produce cele mai reduse simptome locale, în special la compararea cu OTPO. Având în vedere literatura de specialitate vastă în ceea ce privește studierea OTPO și STG, datele în ceea ce privește greța din tendon cvadricipital sunt limitate. Studiile existente sugerează o morbiditate redusă la locul recoltării pentru greța din tendon cvadricipital, în special pentru varianta de greță liberă (TCL), posibil asociată cu un nivel scăzut al durerii postoperatorii, însă până în prezent nu s-au efectuat studii care să evalueze durerea postoperatorie după reconstrucția LIA cu TCL și nici compararea acestui tip de greță cu STG din punct de vedere al durerii postoperatorii sau al morbidității la locul recoltării.

Am realizat un studiu de tip evaluare a unei abordări terapeutice, studiu clinic longitudinal randomizat paralel, cu culegerea datelor de tip eșantion reprezentativ. După redactarea protocolului de studiu s-a obținut avizul comisiei de etică a Universității de Medicină și Farmacie Cluj-Napoca (298/28.07.2014). Populația țintă a fost reprezentată de pacienții cu leziune LIA, iar populația accesibilă au fost pacienții cu leziune LIA examinați și tratați în Clinica de Ortopedie și Traumatologie “Al. Radulescu” Cluj-Napoca în perioada Octombrie 2013- Mai 2015.

Criteriile de includere au fost: pacienți cu vârsta cuprinsă între 16 și 50 ani cu leziune LIA diagnosticată și documentată programați pentru intervenție chirurgicală de reconstrucție artroscopică a LIA și care au fost de acord cu participarea în studiu. Criteriile de excludere au fost: leziunea LIA mai veche de 12 luni, rupturi

asociate ale meniscului care ar necesita sutură meniscală sau meniscectomie, leziuni ligamentare asociate care ar necesita tratament chirurgical, leziuni condrale asociate care ar necesita tratament chirurgical, intervenții chirurgicale anterioare la același genunchi, pacienți cu dureri cronice de orice etiologie, pacienți cu alterarea funcției hepatice, pacienți dependenți de alcool sau alte toxice, pacienți care au folosit analgezice sau antiinflamatoare cu până la 14 zile anterior intervenției chirurgicale, pacienții care nu au fost de acord să participe la studiu (nu au semnat consimțământul informat). Toți pacienții astfel selectați au fost internați cu 24 ore înaintea intervenției chirurgicale, timp în care nu s-a administrat niciun analgezic sau alt tip de medicament. S-a efectuat un examen clinic complet și pacienții au completat chestionarele specifice pentru evaluarea funcției genunchiului și consimțământul informat de participare la studiu. În dimineața intervenției chirurgicale fiecare pacient a fost alocat în unul din cele două grupuri prestabilite: TCL (tendon liber cvadricipital) și, respectiv, STG (semitendinos și gracilis), în funcție de tipul de grefon folosit. Alocarea s-a făcut randomizat folosind versiunea de probă a soft-ului Sealed Envelope™, selectând 2 grupuri (TCL și STG) și număr egal de alocări în fiecare grup.

Tehnica chirurgicală a fost similară cu excepția tipului de grefă utilizat. Pentru STG s-a folosit tehnica clasică de recoltare minim invazivă cu stripper și preparare în modul cvadruplu prin trecerea grefei prin bucla butonului de fixare. Pentru TCL s-a folosit tehnica de recoltare minim invazivă descrisă în literatură cu modificări ale chirurgului principal, cu preparare prin sutură surjet dublu și atașare la bucla butonului extracortical.

Postoperator durerea a fost evaluată cu ajutorul VAS (Visual Analog Scale = Scala Analog Vizuală). Postoperator s-a inițiat un protocol terapeutic analgezic multimodal pretestat, conceput de medicul anestezișt, începând la 1 oră de la finalizarea operației. Protocolul a constat în administrare de acetaminofen 500mg per os și ketorolac trometamina 15 mg intravenos la fiecare 8 ore, pentru primele 49 ore postoperator. Analgezia suplimentară s-a efectuat cu tramadol 30 mg iv în bolus, la cerere, atunci când pacienții au declarat dureri moderate, peste 30 pe VAS. Perioada postoperatorie a fost împărțită în trei părți (primele 12 ore, 13-24 ore postoperator și, respectiv, 25-49 ore postoperator). Toți pacienții au urmat aceleași proceduri postoperator, fiind externați a doua sau a treia zi postoperator (peste 49 ore de la sfârșitul intervenției chirurgicale).

S-au efectuat controale postoperatorii la 6 săptămâni, 3 luni și 6 luni postoperator, urmărindu-se clinic subiectiv prin chestionare și obiectiv recuperarea pacienților.

Analiza statistică a fost efectuată cu programul R versiunea 2.15.1. Datele parametrice au fost exprimate ca medie  $\pm$  deviație standard (DS) și datele categorice ca mediană [interval intercvartilă (II)]. Valorile medianei și intervalul intercvartilă sunt prezentate pentru fiecare grup și fiecare evaluare. Rezultatele din același grup au fost comparate cu testul Wilcoxon. Diferențele sub 0.05 au fost considerate semnificative statistic la compararea a două grupuri. Diferențele între evaluările clinice (preoperator, la 3 luni și la 6 luni) au fost analizate cu testul Friedman ANOVA. Pentru analiza diferențelor între evaluările clinice la 3 și 6 luni un nivel de semnificație ajustat de 0,0083 a fost utilizat ( $\alpha^* = \alpha/[k \cdot (k-1)/2]$ , unde k=numărul de grupuri).

În urma criteriilor de excludere au fost incluși 48 pacienți randomizați în două grupuri egale (STG și TCL). Majoritatea pacienților incluși în studiu au fost de sex masculin (M:F=3,8), diferența între procente celor două categorii fiind semnificativă statistic ( $p < 0.0001$ ). Media de vârstă a pacienților incluși în studiu a fost  $28,35 \pm 7,19$  ani. Nu s-au înregistrat diferențe semnificative între raportarea vârstei la sexul pacienților (M:  $28,82 \pm 6,35$  ani; F:  $26,60 \pm 9,98$  ani;  $p=0,391$ ) sau între distribuția vârstei în cele două grupuri (TCL:  $29,21 \pm 8,52$  ani; STG:  $27,50 \pm 5,62$  ani;  $p=0,416$ ). Deasemenea nu s-a înregistrat o diferență semnificativă între cele două grupuri a indicelui de masă corporală (IMC) (TCL:  $26,27 \pm 4,85$ ; STG:  $25,68 \pm 3,32$ ;  $p=0,6232$ ).

Mediana numărului de doze de analgezie suplimentară administrate (30mg tramadol/doză) a fost semnificativ mai mare în grupul STG, cu o mediană [II] de 1 [1;3] doză, față de grupul TCL cu o mediană de 0,5 [0;1,25] doză (Z-statistics = -2,61,  $p=0.009$ ). Un număr semnificativ mai mare de pacienți din grupul TCL nu

au solicitat analgezie suplimentară (50%) față de numărul de pacienți din grupul STG (13%) (Z-statistics = 3,01, p= 0.002).

Timpul mediu de solicitare a primei doze de analgezie suplimentară a fost de 8,25 ore în grupul TCL și, respectiv, 7,85 ore în grupul STG, fără semnificație statistică la compararea pe grupuri.

Nu s-au înregistrat complicații locale în oricare din cele două grupuri, cu excepția edemului și sensibilității tranzitorii comune artroscopiei de genunchi. Un număr de 3 pacienți au raportat senzație de greață, unul din grupul TCL și 2 din grupul STG. Dintre cei doi menționați din grupul STG, unul a prezentat și stare de vomă. Aceste complicații generale au fost interpretate ca reacție adversă la tratamentul cu opioid și au răspuns favorabil la tratament simptomatic corespunzător, fără a se contraindica administrarea ulterioară de tramadol la nevoie.

La controalele de 3 și 6 luni postoperator s-a remarcat clinic o îmbunătățire a funcției genunchiului, cu flexie peste 120° la toți pacienții. S-a observat recuperarea parțială a hipotrofiei de cvadriiceps, diferențele între grupuri fiind ne semnificative, însă nu s-a realizat o analiză în acest sens. Am remarcat o îmbunătățire a scorului Lysholm la 3 și 6 luni față de evaluarea preoperatorie în ambele grupuri, cu semnificație statistică (p<0.001). Cu toate acestea, nu am înregistrat diferențe între grupuri din punct de vedere clinic sau al scorului Lysholm la controlul de 6 luni.

În concluzie acest studiu a demonstrat că utilizarea TCL pentru reconstrucția artroscopică a LIA duce la o durere mai redusă și la un consum de medicație antialgică mai mic în perioada imediat postoperatorie decât folosirea grefei STG, reducând consecutiv și efectele secundare ale acestei medicații (greață, vărsături); morbiditatea la locul recoltării este similară sau mai mică pentru TCL față de STG, dacă se respectă tehnicile de recoltare minim invazive; pe termen scurt (6 luni) nu sunt diferențe semnificative între utilizarea TCL și STG în ceea ce privește autoevaluarea subiectivă a pacientului și rezultatul clinic obiectiv și funcțional.

## **Studiul 2. Sutura sujet dublu pentru atașarea unei grefe libere în fixarea femurală din reconstrucția LIA: studiu experimental pe model porc**

Deși cea mai frecventă metodă folosită pentru fixarea grefei în tunelul femural este dispozitivul de fixare extracorticală, sutura folosită pentru fixarea unui tendon liber la bucla dispozitivului este încă studiată și dezbătută.

Scopul acestui studiu a fost de a evalua rezistența și alungirea unui montaj realizat pentru atașarea unui tendon la bucla unui dispozitiv de fixare extracorticală folosind sutura tip surjet dublu.

Studiul a fost realizat prin colaborare cu Prof. Dr. Mircea Cristian Dulescu, Facultatea de Mecanica, Departamentul Inginerie Mecanica, Grup de discipline Rezistența Materialelor, din cadrul Universității Tehnice Cluj-Napoca.

S-a recoltat tendonul flexor profund al degetelor (flexor digitorum profundus), menținându-se osul sesamoid la capătul proximal pentru fixare, de la 10 picioare posterioare de porc. La capătul liber s-a aplicat sutura tip surjet dublu (double whip stitch) cu fir Hi-Fi® nr. 2 pe ambele jumătăți longitudinale ale tendonului și s-au obținut astfel 4 fire libere cu care s-a realizat o pretensionare manuală. Firele au fost legate apoi două câte două pe aceeași jumătate de tendon cu 3 noduri clasice. Cele 2 fire duble astfel obținute au fost legate între ele cu 3 noduri clasice prin bucla dispozitivului de fixare extracorticală. Cele 2 fire duble au fost apoi încrucișate în jurul buclei de două ori și legate din nou cu 3 noduri clasice. Montajul astfel realizat a fost fixat în dispozitivul de testare INSTRON 2716-015 cu ajutorul clemelor de fixare preexistente ale dispozitivului. În clema inferioară a fost fixat capătul cu os sesamoid, iar în clema superioară butonul metalic al dispozitivului de fixare extracorticală.

Protocolul de lucru a fost stabilit la tracțiune continuă cu 10 mm/minut, umiditatea a fost 50% și temperatura ambientală a fost 18°C. S-au măsurat lungimea întregului montaj și lungimea tendonului pentru fiecare specimen, la începutul și la sfârșitul experimentului. Toate testele au fost înregistrate cu o cameră video. S-a considerat finalul testului ruperea firului de sutură, a tendonului sau a dispozitivului de fixare

corticala sau alunecarea oricărui capăt al montajului din clemele menționate. S-au înregistrat electronic curbele de tensionare, elongația întregului montaj și tensiunea maximă la rupere cu ajutorul software-ului integrat al dispozitivului de testare.

În toate cele 10 teste s-a înregistrat ca eveniment final ruperea firului de sutură. În 8 cazuri s-a înregistrat ruperea a două fire din 4 simultan, iar în celelalte 2 situații trei fire s-au rupt simultan. Punctul de rupere a fost imediat sub locul de trecere a firelor prin bucla dispozitivului de fixare extracorticală. Mediana tensiunii maxime la rupere a fost 506,95 N (Max=639,38 N; min=358,93 N; SD=82.88078 N) cu un coeficient de variație de 16,38981. Am înregistrat o mediana a alungirii totale de 39,36131 mm (Max= 48,60466 mm; min=31,74853 mm; SD=4.85371 mm) cu un coeficient de variație de 12,273. Am remarcat alungirea tendonului cu 5mm în toate situațiile. Nu am observat în schimb alunecarea dispozitivului de fixare extracorticală din clema superioară și nici elongarea buclei. De asemenea nu s-a remarcat o alunecare a montajului la nivelul clemei inferioare în niciunul din cele 10 teste. În două cazuri s-a remarcat alunecarea primei bucle de sutură datorită sfâșierii tendonului, înregistrată ca o cădere bruscă și abruptă a curbei de tensiune/alungire. Acest eveniment a dus la obținerea celei mai mici tensiuni la rupere și, respectiv, la obținerea celei mai mari alungiri.

Concluziile acestui studiu experimental au fost că sutura surjet dublu poate fi folosită în atașarea unui tendon liber la bucla unui dispozitiv de fixare extracorticală în vederea reconstrucției LIA, cu ușoare îmbunătățiri în tehnica de execuție și în protocolul de pretensionare a grefei pentru diminuarea elasticității și obținerea unei alungiri reduse în cazul supunerii la forțe de tensiune ridicate.

### **Studiul 3. Evaluare retrospectivă a reconstrucției ligamentului încrucișat anterior într-un centru regional**

Tipul de reconstrucție în funcție de sex, vârstă sau activitate sportivă, tipul de autogrefă, metoda de fixare, tratamentul leziunilor asociate și alegerea între tehnica cu un fascicul (single-bundle, SB) sau cu două fascicule (double-bundle, DB) sunt încă la stadiul de recomandare moderată, fără a exista un consens general. Reconstrucția LIA este un domeniu ce permite această variabilitate de tehnici acceptate fără delimitare între standard, recomandare sau opțional. În multe centre se realizează analize ale activității cu rolul de a evalua calitatea actului medical, de a furniza date pentru stabilirea raportului cost-eficiență și de a compara rezultatele cu alte centre similare în vederea îmbunătățirii rezultatelor și eficienței. Începând cu anul 2015 s-a implementat în România o anexă la Programul Național de Sănătate de Ortopedie în ceea ce privește implanturile folosite în instabilitățile cronice articulare, incluzând și instabilitatea anterioară de genunchi prin incompetența LIA.

Am realizat un studiu retrospectiv descriptiv asupra intervențiilor chirurgicale de reconstrucție artroscopică a LIA efectuate în Clinica de Ortopedie și Traumatologie "Alexandru Rădulescu" Cluj-Napoca în perioada 01.11.2013-31.10.2017 cu obiectivul principal de evaluare a tehnicilor chirurgicale folosite în ultimii 5 și evoluția acestora și obiective secundare de descriere a lotului de pacienți și de a studia impactul programului național menționat asupra opțiunilor de tratament.

Pentru pacienții aflați în baza de date în urma căutărilor s-au consemnat următoarele date: sexul, vârsta, membrul operat, durata spitalizării, perioada spitalizării (anul și luna), prezența leziunilor asociate de menisc intern sau extern, prezența condropatiei, tratamentul leziunilor asociate de menisc intern, menisc extern sau a condropatiei, efectuarea notchplastiei, tipul de grefă folosit, tipul fixării femurale și tibiale, tipul reconstrucției (single sau double-bundle), proveniența implanturilor. Criteriile de excludere au fost date insuficiente, leziunea ligamentelor colaterale, a tractului ilio-tibial sau a tendonului cvadricipital, revizii ale reconstrucției LIA, leziune asociată de ligament încrucișat posterior (LIP) care a necesitat reconstrucție și mozaicoplastie deschisă asociată pentru leziuni condrale.

Din evaluarea protocoalelor operatorii am notat menționarea poziționării anatomice a portalurilor în toate situațiile, atât pentru varianta SB cât și pentru DB și folosirea tehnicii cu trei portaluri. Nu au existat date suficiente în ceea ce privește măsurarea amprentelor femurală sau tibială de inserție a LIA sau măsurători ale grefelor recoltate și preparate. S-au folosit metodele minim invazive de recoltare a grefei și prepararea s-a făcut în mod clasic. Pentru leziunile de menisc s-a practicat sutură, meniscectomie parțială sau totală sau combinații ale acestora. Pentru tratamentul condropatiei s-a practicat debridare artroscopică, microfracturi sau mozaicoplastie.

Datele descriptive au fost prezentate procentual și numeric pentru variabilele calitative. Pentru variabilele cantitative s-au calculat media și deviația standard. Pentru testarea corelației între două variabile independente cu distribuție normală s-a folosit testul  $\chi^2$  cu coeficient de corelație Pearson și s-a considerat semnificativ statistic  $p < 0,05$ . Pentru testarea corelației între două variabile independente, una dintre ele continuă, s-a folosit testul Kruskal-Wallis.

În urma criteriilor de excludere au fost analizate 304 cazuri din 320 inițiale. Din analiza descriptivă a datelor a reieșit ca 76,97% (234) din pacienți au fost de sex masculin și 67,43% (205) au fost din mediul urban. Membrul afectat a fost cel drept în 54,60% (166) din cazuri. Distribuția pe grupe de vârstă a pacienților a arătat o frecvență mai mare pentru grupul 21-25 ani (79 cazuri), distribuția urmând o curbă gaussiană încadrabilă în limite normale cu o medie de  $30,46 \pm 9,29$  ani (de la 16 ani la 62 ani, mediana=28,  $I_i=95\%$ ). Durata spitalizării a fost între 2 și 14 zile, cu media de 4,6 zile (mediana = 4, DS = 1.91). Dintre pacienții analizați 54,27% (165) au prezentat leziuni ale meniscului intern și 22% (67) au prezentat leziuni ale meniscului extern. La 162 (53,29% din total și 98,18% din pacienții cu leziune de menisc intern) pacienți s-au practicat intervenții asupra meniscului intern. Dintre pacienții cu leziune de menisc extern 94% (63) au necesitat intervenție asupra meniscului. Un număr de 28 (9,21% din total) pacienți au prezentat leziuni ale meniscului intern și extern concomitent și dintre aceștia doar unul nu a necesitat nicio intervenție. Pacienții care nu au prezentat leziune meniscală au fost 32,89% (100) din total. Dintre pacienții cu condropatie 86,66% (65) au suferit intervenție asupra leziunii. Nothchplastia s-a practicat în 14 cazuri (4,6%). Tipul de grefă cel mai utilizat a fost STG (180 pacienți 59,21%) și am notat un singur caz de folosire a grefei OTPO. Tehnica DB a fost folosită în 13 cazuri (4,27%) și dintre acestea în unul singur s-a folosit grefa STG. Fixarea femurală a fost realizată în majoritatea cazurilor cu dispozitive de fixare extracorticale (299 cazuri, 98,36%) și dintre acestea 64,54% (193) au reprezentat dispozitive cu buclă fixă (Endobutton și XO Button). Fixarea tibială a fost realizată cu șurub biocompozit în 294 cazuri (96,71%) și cu fixare extracorticală în 5 cazuri, restul fiind combinații ale acestora. În ceea ce privește proveniența implanturilor, 159 (52,3%) pacienți au beneficiat de implanturi achiziționate prin Programul National de Ortopedie. Având în vedere perioada desfășurării programului din întreaga perioadă luată în studiu, o medie de 7,2 pacienți pe lună au fost operați de la data începerii programului față de 5,5 pacienți /lună în perioada anterioară, fără semnificație statistică. Nu s-au observat diferențe în tre sexe în ceea ce privește vârsta, leziunile asociate, alegerea grefei, a variantei de fixare sau a tehnicii de reconstrucție. La efectuarea unei analize statistice utilizând testul  $\chi^2$  cu corecția Kruskal-Wallis pentru corelații între vârsta pacienților și restul parametrelor luați în studiu nu am găsit corelații semnificative statistic ( $p > 0,05$ ). La analiza statistică utilizând testul  $\chi^2$  cu coeficient de corelație Pearson pentru prezența leziunii de menisc și tratamentul acesteia am obținut o asociere puternic pozitivă ( $p < 0,05$ ). O asociere puternic pozitivă s-a demonstrat și între prezența condropatiei și tratamentul acesteia la ( $p < 0,05$ ). O asociere puternic pozitivă s-a demonstrat și între prezența condropatiei și leziunii de menisc intern ( $p < 0,05$ ). Nu s-a stabilit o corelație pozitivă în schimb între prezența condropatiei și a leziunii de menisc extern ( $p = 0,2$ ).

În concluzie acest studiu a arătat că pacienții cu leziunea LIA sunt mai frecvent de sex masculin cu vârsta între 21-25 ani; nu sunt diferențe între pacienții de sex feminin și cei de sex masculin în ceea ce privește vârsta, leziunile asociate, alegerea grefei, a variantei de fixare sau a tehnicii de reconstrucție; nu s-a evidențiat o legătură între vârstă și leziunile asociate; există o asociere puternică între prezența leziunii

meniscului intern și prezența leziunilor condrale la pacienții cu leziune a LIA; grefa STG este cea mai utilizată variantă pe perioada analizată, însă grefa TCL este mai des folosită în ultimul timp; pentru reconstrucția DB cea mai frecventă variantă a fost grefa TCL cu un tunel femural și două tuneluri tibiale; fixarea femurală a fost realizată mai frecvent cu buton extracortical; fixarea tibială a fost aproape exclusiv cu șuruburi biocompozite rezorbabile; introducerea programului național pentru instabilitati a determinat o creștere a mediei lunare a numărului de pacienți operați, fără semnificație statistică față de perioada anterioară; o raportare corectă și completă a protocolului operator ar aduce date importante pentru evaluarea tehnicilor implicate în intervenția chirurgicală de reconstrucție artroscopică a LIA.

## Concluzii generale

1. Grefa din tendon cvadricipital este o opțiune foarte bună în reconstrucția primară a LIA.
2. Morbiditatea la locul recoltării este redusă, durerea postoperatorie este mai puțin frecventă și consumul de medicație antialgică este mai redus semnificativ decât în cazul recoltării grefei STG.
3. Rezultatele clinice obiective și subiective pe termen scurt (6 luni) sunt similare în cazul folosirii grefei TCL comparativ cu STG.
4. TCL este o grefă consistentă ce permite multiple posibilități de preparare și fixare.
5. Fixarea grefei TCL la bucla butonului extracortical se poate face cu o sutură tip surjet dublu cu fire de rezistență crescută, montaj ce permite o mobilizare precoce în cadrul inițierii recuperării medicale postoperatorii.
6. Sutura surjet dublu este eficientă pentru atașarea unui tendon la un dispozitiv de fixare.
7. Utilizarea grefei TCL este în creștere în tratamentul chirurgical al leziunilor LIA în experiența noastră, tendință confirmată și de literatura internațională de specialitate.
8. Tehnica double-bundle este mai apropiată biomecanic de ligamentul nativ și se recomandă folosirea acestui tip de reconstrucție atunci când este posibil la pacienți tineri. Grefa TCL este o opțiune foarte bună pentru reconstrucția DB cu un tunel femural și două tuneluri tibiale.
9. Nu sunt diferențe între sexe în ceea ce privește incidența leziunilor asociate de menisc sau a leziunilor condrale în cazul patologiei chirurgicale a LIA. Vârsta nu este un factor determinant în apariția leziunilor condrale sau a leziunilor meniscale.
10. Leziunile condrale sunt de obicei asociate cu leziuni ale meniscului intern. Tratamentul leziunilor asociate este recomandat în momentul reconstrucției artroscopice a LIA pentru reducerea complicațiilor tardive (leziuni meniscale sau cartilaginoase secundare, artroza). Tratamentul leziunilor asociate trebuie adaptat tipului și gravității acestora.

---

ABSTRACT OF THE DOCTORAL THESIS

# Improvements of arthroscopic techniques for anterior cruciate ligament reconstruction

---

Doctoral candidate **Cristian-Tudor Buescu**

---

Doctoral coordinator Prof.dr. **Dan Lucaciu**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA



**Keywords:** anterior cruciate ligament reconstruction, free quadriceps tendon, double whip stitch, articular injuries associated with ACL tears

## **INTRODUCTION**

This thesis is a synthesis of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction arthroscopic surgical techniques with some improvements and recommendations from our original research. The main purpose of the thesis is to bring arguments in favor of the use of the free quadriceps tendon graft (FQT) in the context of the increased interest observed in the literature of the last 10 years for this variant.

The secondary goals were to compare the graft with a currently used graft (Semitendinos and Gracilis tendons (STG)), biomechanical evaluation of a free graft - suture thread - extracortical fixation device assembly and evaluation of surgical techniques for ACL reconstruction and treatment of associated lesions currently used in our clinic to compare the results with those mentioned in the literature.

## **PERSONAL CONTRIBUTION**

### **Study 1. Arthroscopic anatomic ACL reconstruction with FQT versus STG grafts : clinical trial**

One of the issues still unclear in international recommendations is the type of autograft used for arthroscopic ACL reconstruction. Recently, the use of the quadriceps tendon has become increasingly popular, due to the increased versatility in obtaining multiple variants of construction and fixation and due to low morbidity at the harvest site. However, the most commonly used types of graft are bone-patellar tendon-bone (BPTB) and semitendinosus and gracilis tendons (STG). It is generally accepted that STG harvesting produces the least local symptoms, especially when comparing with BPTB. Taking into account the extensive literature studying BPTB and STG, data on the quadriceps tendon graft are limited. Existing studies suggest a reduced morbidity at the harvest site of the quadriceps tendon graft, especially for the free-graft variant (FQT), possibly associated with a low level of postoperative pain, but no studies have yet been performed to assess the pain after ACL reconstruction with FQT and no comparison of this type of graft with STG in terms of postoperative pain or morbidity at the harvest site has been reported.

We conducted a trial evaluation of a therapeutic approach, a parallel longitudinal randomized clinical trial, with the collection of representative sample data. After the drafting of the study protocol, the approval of the Ethics Committee of the University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca was obtained (298/28.07.2014). The target population was patients with ACL lesion, and the accessible population were patients with ACL lesion examined and treated at the "Al. Radulescu" Orthopedic and Traumatology Clinic Cluj-Napoca between October 2013 and May 2015. The inclusion criteria were: patients aged 16-50 with ACL lesion diagnosed and documented scheduled for arthroscopic ACL reconstruction surgery and who gave informed consent. Exclusion criteria were: LIA lesion older than 12 months, associated meniscus rupture that would require meniscal suture or meniscectomy, associated ligament lesions that would require surgical treatment, associated condyle lesions that would require surgical treatment, previous surgery at the same

knee , patients with chronic pain of any etiology, patients with hepatic impairment, alcohol or other toxic patients, patients who used analgesics or anti-inflammatory drugs up to 14 days prior to surgery, patients who did not sign the informed consent. All of the patients thus selected were hospitalized 24 hours prior to surgery, while no analgesic or other medication was administered. A complete clinical examination was performed and patients completed the specific knee function evaluation questionnaires and informed consent to participate in the study. On the morning of surgery, each patient was assigned to one of the two pre-established groups: FQT (free quadriceps tendon) and STG (semitendinos and gracilis) respectively, depending on the type of graft used. Allocation was randomized using the Sealed Envelope™ sample version, selecting 2 groups (TCL and STG) and an equal number of allocations in each group.

The surgical technique was similar except for the type of graft used. For STG, the minimally invasive stripper harvesting technique was used and quadruplicate mode preparation by passage of the graft through the loop of the extracortical fixation device. For TCL, the minimally invasive harvest technique described in the literature with modifications of the primary surgeon was used, with double whip stitch suture preparation and attachment to the loop of the extracortical button.

The postoperative pain was evaluated with VAS (Visual Analog Scale). Postoperatively, a multimodal analgesic therapeutic protocol was initiated, designed by the anesthetist, starting 1 hour after the completion of the operation. The protocol consisted of administering acetaminophen 500 mg per os and ketorolac tromethamine 15 mg intravenously every 8 hours for the first 49 hours postoperatively. Additional analgesia was performed with tramadol 30 mg iv bolus, on request, when patients reported moderate pain, over 30 on VAS. The postoperative period was divided into three parts (the first 12 hours, 13-24 postoperatively and 25-49 postoperatively). All patients followed the same procedures postoperatively, being discharged on the second or third postoperative day (over 49 hours after the end of the surgery). Postoperative controls were performed at 6 weeks, 3 months and 6 months postoperatively, subjectively following the questionnaires and objective evaluation of patients' recovery being performed.

The statistical analysis was performed with the R version 2.15.1 program. Parametric data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation (SD) and categorical data as median (interquartile interval (IQ)). The median values and the interquartile interval are presented for each group and each evaluation. Results from the same group were compared with the Wilcoxon test. Differences below 0.05 were considered statistically significant when comparing two groups. Differences between clinical evaluations (preoperatively, at 3 months and 6 months) were analyzed with the Friedman ANOVA test. To analyze the differences between clinical assessments at 3 and 6 months, an adjusted significance level of 0.0083 was used ( $\alpha^* = \alpha / [k \cdot (k-1) / 2]$ , where k = number of groups).

Based on exclusion criteria, 48 patients were randomized into two equal groups (STG and TCL). Most of the patients included in the study were male (M: F = 3.8), the difference between the two categories being statistically significant ( $p < 0.0001$ ). The mean age of the patients enrolled in the study was  $28.35 \pm 7.19$  years. There were no significant differences between age reporting in the sex of patients (M:  $28.82 \pm 6.35$  years, F:  $26.60 \pm 9.98$  years,  $p = 0.391$ ) or between age distribution in the two groups (FQT :  $29.21 \pm 8.52$  years, STG:  $27.50 \pm 5.62$  years,  $p = 0.416$ ). There was also no significant difference between the two BMI groups (FQT:  $26.27 \pm 4.85$ , STG:  $25.68 \pm 3.32$ ,  $p = 0.6232$ ).

The median of the doses of additional analgesia administered (30mg tramadol / dose) was significantly higher in the STG group, with a median [IQ] of 1 [1,3] dose, compared to the FQT group with a median of 0.5 [ 0, 1.25] dose (Z-statistics = -2.61,  $p = 0.009$ ). A significantly higher number of patients in the FQT group did not require additional analgesia (50%) than the number of patients in the STG group (13%) (Z-statistics = 3.01,  $p = 0.002$ ). The mean time of the first additional analgesia dose was 8.25 hours in the FQT group and 7.85 hours in the STG group, respectively, with no statistical significance when compared to groups.

There were no local complications in any of the two groups, except for edema and transient sensitivity common to knee arthroscopy. A number of 3 patients reported nausea, one in the FQT group and 2

in the STG group. Among the two mentioned in the STG group, one also showed vomiting. These general complications have been interpreted as an adverse reaction to opioid treatment and have responded favorably to appropriate symptomatic treatment without contraindicating subsequent administration of tramadol when needed.

At the 3 and 6-month postoperative controls, an improvement in knee function was noted clinically, with flexion over 120 ° in all patients. Partial recovery of quadriceps hypotrophy has been observed, with differences between groups insignificant, but no analysis has been made. We noticed an improvement in the Lysholm score at 3 and 6 months over the preoperative evaluation in both groups, with statistical significance ( $p < 0.001$ ). However, there were no differences between the clinical groups or the Lysholm score at the 6-month control.

In conclusion, this study demonstrated that the use of FQT for the arthroscopic ACL reconstruction leads to less pain and lower consumption analgesic medication in the postoperative period than the use of the STG graft, reducing consecutively the side effects of this medication (nausea, vomiting), donor site morbidity is similar or lower for FQT versus STG, if minimum invasive harvesting techniques are met; in the short term (6 months) there are no significant differences in the use of FQT and STG for the subjective self-evaluation of the patient and the objective and functional clinical outcome.

## **Study 2. Double whip stitch suture for attachment of a free graft in femoral fixation for ACL reconstruction: experimental study on porcine model**

Although the most common method used to fix the graft in the femoral tunnel is the extracortical fixation device, the suture used to secure a free tendon to the device loop is still being studied and debated.

The purpose of this study was to evaluate the strength and elongation of an assembly designed to attach a tendon to the loop of an extracortical fixation device using the double whip stitch suture.

The study was conducted in collaboration with Professor Mircea Cristian Dulescu, Faculty of Mechanics, Mechanical Engineering Department, Materials Resistance Group, Technical University of Cluj-Napoca.

The flexor digitorum profundus was harvested, keeping the sesamoid bone at the proximal fastening end, from 10 posterior pork legs. At the free end, the double stitch with No.2 Hi-Fi® thread was applied on both longitudinal halves of the tendon and thus 4 free wires resulted with which manual pretensioning was achieved. The threads were then connected two by two on the same half-tendon with 3 half hitches. The two double wires thus obtained were connected with three half hitches through the loop of the extracortical fastening device. The two double wires were then crossed around the loop twice and linked again with 3 half hitches. The assembly thus mounted was fastened to the INSTRON 2716-015 test device by means of the pre-existing clamps of the device. The lower clamp was secured with the sesamoid bone end and the metal clip of the extracortical fastener in the upper clamp.

The working protocol was set at 10 mm / min continuous flow, the humidity was 50% and the ambient temperature was 18 ° C. The length of the entire assembly and the length of the tendon for each specimen were measured at the beginning and end of the experiment. All tests were recorded with a video camera. It was considered the end of the test the tear of the suture thread, the tendon or the cortical fixation device, or slippage of any end of the assembly from the clamps. The tensile curves, the elongation of the entire assembly and the maximum tensile strength were recorded electronically with the integrated test device software.

In all 10 tests, the suture was ruptured as a final event. In 8 cases there was a breakage of two threads of 4 simultaneously, and in the other two situations three wires broke simultaneously. The point of rupture was immediately below the yarn passage through the loop of the extracortical fastening device. The median maximum tensile stress was 506.95 N (max = 639.38 N; min = 358.93 N; SD = 82.88078 N) with a variation coefficient of 16.38981. We recorded a median of the total elongation of 39.36131 mm (Max = 48.60466 mm, min = 31.74853 mm, SD = 4.85371 mm) with a coefficient of variation of 12.273. We noticed

the elongation of the tendon by 5mm in all situations. We did not notice the sliding of the extracortical fastener from the top clamp and the elongation of the loop instead. Also, no sliding slip in the lower clamp was noted in any of the 10 tests. In two cases it was noted the sliding of the first suture loop due to the tearing of the tendon, recorded as a sudden and abrupt drop of the tension / elongation curve. This event resulted in the lowest strain to break and achieving the greatest elongation, respectively.

The conclusions of this experimental study were that the double whip stitch suture can be used to attach a free tendon to the loop of an extracortical fixation device for ACL reconstruction, with slight improvements in the execution technique and in the graft pretensioning protocol to reduce elasticity and obtain a reduced elongations when subjected to high tensile forces.

### **Study 3. Retrospective evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction in a regional center**

The type of reconstruction based on gender, age or sports activity, the type of autograft, the fixation method, the treatment of associated lesions, and the choice between single bundle (SB) or two-bundle (DB) technique are still at the moderate recommendation stage, without a general consensus. ACL reconstruction is an area that allows this variability of accepted techniques without delimiting between standard, recommendation or optional. In many centers, work analyzes are conducted to assess the quality of the medical act, provide cost-effectiveness data, and compare results with other similar centers to improve results and effectiveness. Since 2015, an annex to the National Orthopedic Health Program has been implemented in Romania regarding implants used in chronic joint instabilities, including anterior knee instability due to ACL incompetence.

We carried out a retrospective descriptive study on surgical interventions for arthroscopic ACL reconstruction performed at the "Alexandru Rădulescu" Clinic of Orthopedics and Traumatology Cluj-Napoca during the period 01.11.2013-31.10.2017 with the main objective of evaluation of the surgical techniques used in the last 5 and their evolution and secondary objectives for describing the patient population and to study the impact of the national program on treatment options.

For the patients in the search database, the following data were recorded: sex, age, affected limb, duration of hospitalization, period of hospitalization (year and month), presence of associated internal or external meniscus lesions, presence of condral lesion, treatment of associated lesions internal meniscus, external meniscus or condropathy, nonchoplasty, type of graft used, type of femoral and tibial fixation, type of reconstruction (single or double-bundle), origin of implants. Exclusion criteria were insufficient data, lesion of collateral ligaments, ilio-tibial or quadriceps tendon, ACL reconstruction revision, associated posterior cross-ligament lesion (PCL) requiring reconstruction and open mosaicoplasty associated for condral lesions.

From the evaluation of the operative protocols, we noted the anatomical positioning of the portals in all situations, for both SB and DB and using the three portals technique. There was insufficient data on the measurement of femoral or tibial fingerprints for LIA insertion or measurements of harvested and prepared grafts. Minimally invasive graft harvesting methods were used and preparation was done in a classical manner. For meniscus injuries, suture, partial or total meniscectomy, or combinations of those have been practiced. Arthroscopic debridement, microfractures or mosaicoplasty were used to treat condropathy.

Descriptive data were presented in percentage and numeric terms for qualitative variables. For quantitative variables the mean and standard deviation were calculated. To test the correlation between two independent variables with normal distribution, the  $\chi^2$  test with a Pearson correlation coefficient was used and statistically significant  $p < 0.05$ . To test the correlation between two independent variables, one of them continues, the Kruskal-Wallis test was used.

Based on exclusion criteria, 304 cases out of 320 were analyzed. From the descriptive analysis of the data, 76.97% (234) of the patients were male and 67.43% (205) were from the urban area. The affected limb was the right one in 54,60% (166) cases. Distribution by age group of patients showed a higher frequency for

the 21-25 age group (79 cases), the distribution following a normal gaussian curve with an average of  $30.46 \pm 9.29$  years (from 16 years at 62 years, median = 28, CI = 95%). The duration of hospitalization was between 2 and 14 days, with a mean of 4.6 days (median = 4, SD = 1.91). Of the analyzed patients, 54.27% (165) had internal meniscus lesions and 22% (67) had lesions of the external meniscus. On 162 patients (53.29% of the total and 98.18% of the patients with an internal meniscus lesion) an intervention on the internal meniscus was performed. Of patients with external meniscus lesion, 94% (63) required intervention on the meniscus. A total of 28 (9.21% of the total) patients had injuries of the internal and external meniscus concurrently, and only one of them required no intervention. Patients who did not have a meniscal lesion were 32.89% (100) of total. Of the patients with condropathy, 86.66% (65) had an intervention on the lesion. Nothchplasty was performed in 14 cases (4.6%). The type of graft most commonly used was STG (180 patients 59.21%) and we noted only one case of using the BPTB graft. The DB technique was used in 13 cases (4.27%) and only one of these used the STG graft. Femoral fixation was performed in most cases with extracortical fixation devices (299 cases, 98.36%) and 64.54% (193) were fixed loop devices (Endobutton and XO Button). Tibial fixation was performed with a biocomposite screw in 294 cases (96.71%) and with extracortical fixation in 5 cases, the rest being combinations of those. Regarding the origin of implants, 159 (52.3%) patients benefited from implants purchased through the National Orthopedic Program.

Considering the national program period throughout the study period, an average of 7.2 patients per month was operated from the start date of the program versus 5.5 patients / month in the previous period, with no statistical significance. There were no differences between age, associated lesions, graft choice, fixation, or reconstruction technique regarding to patients' gender. When performing a statistical analysis using the Kruskal-Wallis x2 test for correlations between the age of the patients and the remainder of the parameters studied, we found no statistically significant correlations ( $p > 0.05$ ). In the statistical analysis using the Pearson correlation coefficient x2 for the presence of the meniscus lesion and its treatment we obtained a strongly positive association ( $p < 0.05$ ). A strong positive association was also demonstrated between the presence of condropathy and its treatment at ( $p < 0.05$ ). A strong positive association was also demonstrated between the presence of condemnation and internal meniscus lesion ( $p < 0.05$ ). No positive correlation was established between the presence of condropathy and the external meniscus lesion ( $p = 0.2$ ).

In conclusion, this study showed that ACL lesions are more common in males aged 21-25; there are no differences between female and male patients in terms of age, associated lesions, graft choice, fixation or reconstruction technique; there was no link between age and associated lesions; there is a strong association between the presence of internal meniscus lesion and the presence of conrad lesions in patients with ACL lesion; the STG graft is the most widely used variant for the analyzed period, but the FQT graft is more commonly used lately; for DB reconstruction the most common variant was the FQT graft with a femoral tunnel and two tibial tunnels; femoral fixation was performed more frequently with an extracortical button; tibial fixation was almost exclusively with resorbable biocomposite screws; the introduction of the national instability program led to an increase in the monthly average of the number of patients operated, with no statistical significance over the previous period; a correct and complete reporting of the operator protocol would bring important data for the evaluation of the techniques involved in the arthroscopic ACL reconstruction surgery.

## **General conclusions**

1. The quadricipital tendon graft is a very good option in the primary ACL reconstruction.
2. Morbidity at the harvest site is reduced, postoperative pain is uncommon, and consumption of anti-inflammatory medication is less significant using FQT than STG as graft choice.
3. Short-term objective and subjective clinical results (6 months) are similar when using FQT graft vs. STG.
4. FQT is a consistent graft that allows multiple preparation and fastening possibilities.

5. Fixing the FQT graft to the extracortical button loop can be done with a double whip stitch with high strength sutures, which allows early mobilization in the initiation of postoperative medical recovery.

6. The double whip stitch suture is effective for attaching a tendon to a fastener.

7. The use of the FQT graft is increasing in the surgical treatment of LIA lesions in our experience, a trend confirmed by the international specialized literature.

8. The double-bundle technique is biomechanically closer to the native ligament, and it is recommended to use this type of reconstruction when possible in younger patients. The FQT graft is a very good option for DB reconstruction with a femoral tunnel and two tibial tunnels.

9. There are no gender differences in the incidence of associated meniscus lesions or chondral lesions in the ACL surgical pathology. Age is not a determining factor in the occurrence of condral lesions or meniscal lesions.

10. Chondral lesions are usually associated with internal meniscus lesions. Treatment of associated lesions is recommended at the time of arthroscopic reconstruction of LIA to reduce late complications (meniscal or secondary cartilage injury, osteoarthritis). Treatment of associated lesions should be adapted to their type and severity.