
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Contribuții clinice și
experimentale în chirurgia
reconstructivă a ligamentelor
genunchiului

Doctorand **Claudiu-Daniel Chitea**

Conducător de doctorat Prof.dr. **Gheorghe Tomoaia**



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

CUPRINS

INTRODUCERE.....	15
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII.....	17
1. Introducere.....	19
1.1. Istoria reconstrucției LIA.....	20
1.2. Anatomie.....	20
1.2.1. Anatomia genunchiului.....	20
1.2.2. Anatomia LIA.....	22
1.2.3. Histologia LIA.....	23
1.3. Biomecanica.....	24
1.3.1. Biomecanica genunchiului cu LIA intact.....	24
1.3.2. Biomecanica genunchiului cu LIA rupt.....	24
1.3.3. Biomecanica genunchiului cu ruptura unui fascicol.....	25
2. Mecanismul de producere al leziunii LIA.....	27
2.1. Leziune totală.....	27
2.2. Leziune parțială.....	28
2.3. Consecințele instabilității.....	28
3. DIAGNOSTIC.....	29
3.1. Anamneza.....	29
3.1.1. Anamneza în leziune parțială a LIA.....	29
3.1.2. Anamneza în leziune totală a LIA.....	29
3.2. Examenul clinic.....	29
3.2.1. Examenul clinic în leziunea parțială a LIA.....	29
3.2.2. Examenul clinic în leziunea totală a LIA.....	30
3.2.3. Teste specifice.....	30
3.3. Imagistica.....	32
3.3.1. Radiologic.....	32
3.3.2. Rezonanța magnetică.....	32
3.3.3. Diagnostic artroscopic.....	33
4. TRATAMENT.....	35
4.1. Tratament conservator.....	35
4.2. Tratament chirurgical.....	35
4.2.1. Tipul grefei.....	36
4.2.2. Timpul artroscopic.....	39
4.2.3. Reconstrucție LIA în leziunea parțială.....	42
4.3. Recuperare postoperatorie.....	43
5. COMPLICAȚII.....	45
5.1. Complicații intraoperatorii.....	45
5.2. Complicații postoperatorii.....	45
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ.....	47
1. IPOTEZA DE LUCRU.....	49

2. STUDIU 1- RECONSTRUCȚIA LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR: COMPARAREA REZULTATELOR CLINICE DUPĂ LIGAMENTOPLASTIE ȘI AUGMENTARE.....	51
2.1. <i>Introducere.....</i>	51
2.2. <i>Ipoteza de lucru.....</i>	52
2.2.1. <i>Tehnica chirurgicală.....</i>	52
2.2.2. <i>Augmentarea.....</i>	58
2.2.3. <i>Recuperare postoperatorie.....</i>	59
2.3. <i>Material și metodă.....</i>	61
2.4. <i>Rezultate.....</i>	62
2.5. <i>Discuții</i>	76
2.6. <i>Concluzii.....</i>	77
3. STUDIU 2- INCIDENȚA LEZIUNILOR ASOCIATE CU RECONSTRUCȚIA LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR	79
3.1. <i>Introducere.....</i>	79
3.2. <i>Ipoteza de lucru.....</i>	80
3.3. <i>Material si metodă.....</i>	81
3.4. <i>Rezultate.....</i>	81
3.5. <i>Discuții.....</i>	91
3.6. <i>Concluzii.....</i>	92
4. STUDIU 3- INTEGRAREA GREFEI DUPĂ LIGAMENTOPLASTIE SAU AUGMENTARE LA IEPURE.....	93
4.1 <i>Introducere.....</i>	93
4.2. <i>Ipoteza de lucru.....</i>	94
4.3. <i>Material si metodă.....</i>	94
4.4. <i>Rezultate.....</i>	99
4.5. <i>Discuții.....</i>	107
4.6. <i>Concluzii.....</i>	108
5. CONCLUZII GENERALE.....	109
6. ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI.....	113

REFERINȚE

115

CUVINTE CHEIE

Leziune LIA, instabilitate de genunchi, ligamentoplastie, augmentare, reconstrucție LIA, grefă ligamentară, neoligament, integrare neoligament, artroscopie de genunchi, teste de instabilitate genunchi, fascicol anteromedial LIA, fascicol anterolateral LIA, leziuni secundare meniscale.

INTRODUCERE

Leziunea ligamentului încrucișat anterior este cea mai frecventă leziune ligamentară care necesită tratament chirurgical. Această leziune afectează persoanele tinere care practică sport de agrement sau de performanță, care doresc să-și continue activitatea sportivă. Numărul intervențiilor chirurgicale de reconstrucție a crescut semnificativ în fiecare an datorită recunoașterii consecințelor instabilității secundare, a obținerii unui diagnostic cât mai precis, a creșterii numărului de centre în care intervenția chirurgicală poate să fie efectuată. Odată cu răspândirea tehnicilor artroscopice, prin îmbunătățirea continuă a acestora, apariția sistemelor de fixare tot mai performante, scurtarea perioadelor de recuperare, intervenția chirurgicală de reconstrucție ligamentară a devenit tot mai ușor de acceptat de către pacienți. Acest fapt a dus la studierea continuă a poziționărilor tunelurilor osoase, diversificarea tipurilor de grefoane, îmbunătățirea integrării neoligamentului și a recuperării postoperatorii pentru a obține o articulație cât mai apropiată de cea normală.

Reconstrucția LIA a evoluat de la tehnicile deschise la cele minim invazive, artroscopice cu utilizarea diferitelor tipuri de grefe: tendon patelar, tendon hamstring, alogrefe, grefe artificiale. Odată cu utilizarea diferitelor tehnici chirurgicale s-au utilizat o varietate de sisteme de fixare: șuruburi de interferență, butoane, pini, scoabe.

Ulterior, s-a trecut de la tehnicile non-anatomice la cele anatomice cu tunelul femural realizat prin portalul anteromedial, nu prin tunelul tibial, cu realizarea tunelurilor în amprente ligamentului.

Un alt scop care a determinat modificarea continuă a tehnicilor chirurgicale, a alegerii diferitelor tipuri de grefe și a diferitelor tipuri de sisteme de fixare, a fost obținerea cât mai rapidă și sigură a integrării grefei cu reducerea timpului recuperării postoperatorii și a perioadei de recuperare. Se încearcă obținerea și grăbirea integrării grefei, astfel s-a studiat rolul păstrării bontului ligamentar sau reinsertia femurală a ligamentului dezinsurat femural cu ramforsarea acestuia cu grefonul preparat. În ceea ce privește rolul păstrării bontului ligamentar, studiile nu sunt unitare. Unele studii arată că păstrarea bontului favorizează integrarea grefei, altele că nu are nici un rol în procesul de integrare a neoligamentului.

În ceea ce privește rolul instabilității asupra apariției modificărilor artrozice, rezultatele sunt mai unitare. Ligamentoplastia nu anulează riscul de apariție al artrozei, dar neefectuarea operației face că artroza să se instaleze mai repede datorită producerii leziunilor meniscale și a meniscectomiilor. Starea meniscurilor este cel mai important factor care determină artroza după ruptura LIA.

Starea meniscurilor este cel mai important factor care determină artroza după ruptura LIA. Plecând de la această ipoteza, am analizat prezența leziunilor meniscale și de cartilaj cu creșterea intervalului dintre momentul traumatismului și cel al efectuării intervenției chirurgicale. Am considerat factor de risc timpul care a trecut de la

momentul traumatismului până la intervenția chirurgicală, astfel am calculat riscul de apariție a leziunilor asociate în funcție de acest interval de timp.

Scopul principal al tezei a fost analiza rolului păstrării bontului ligamentar în cazul dezinsertiei femurale și reatașarea acestuia. Această reatașare s-a efectuat concomitent și cu ligamentoplastia, prin trecerea în tunelul femural a firelor cu care s-a efectuat sutura bontului. Am comparat rezultatele obținute după augmentarea ligamentului rupt cu grefon tendinos și reconstrucția LIA cu rezecția bontului încrucișat rupt.

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

În partea generală a lucrării, sunt prezentate diferitele tehnici chirurgicale de tratament, diferitele tipuri de grefe și sisteme de fixare, dar și modul lor de prelevare și de preparare, cu date din anatomia genunchiului și a LIA și cu punctarea aspectelor de primă importanță în practică.

Cel dintâi capitol al părții generale tratează noțiunile de anatomie a genunchiului, cu descrierea structurilor tendinoase și ligamentare intra- și extra-articulare, care au un rol important în stabilitatea articulară. Totodată, este descrisă și anatomia LIA, cu analiza celor două fascicole, AM și PL cu inserțiile lor, cea tibială și cea femurală, și relația cu meniscurile.

Tot în acest prim capitol sunt prezentate noțiunile de biomecanică a genunchiului în situația în care ligamentul este intact, dar și în situația în care acesta este lezat fie total, fie are lezat un singur fascicol.

În cazul rupturii izolate a fasciculului AM, sertarul anterior este intens pozitiv deoarece, la o flexie de 90°, fasciculul PL este relaxat și, astfel, nu se opune translației anterioare a tibiei, în timp ce testul Lachman este aproape normal, deoarece fasciculul PL, care este intact, se opune mișcării anterioare a tibiei. Pacienții la care fasciculul AM este lezat prezintă instabilitate anterioară asemănătoare cu cea întâlnită în cazul leziunii totale. În situația în care este prezentă o ruptură izolată a fasciculului PL, testul Lachman este pozitiv, iar sertarul anterior este aproape normal deoarece fasciculul AM, intact, se opune translației anterioare a tibiei. În cazul leziunii fasciculului PL, pacienții prezintă instabilitate rotațională și mai puțin anteroposterioară. Aceștia au testul pivot shift pozitiv, sertar anterior și testul Lachmann negativ.

În capitolul al doilea al părții generale, sunt descrise mecanismele prin care se produce ruptura în totalitate a LIA sau ruptura unui singur fascicol, precum și consecințele pe care aceste leziuni le produc asupra genunchiului.

În capitolul al treilea este descris modul în care se stabilește diagnosticul, atât în cazul leziunii totale cât și al celei parțiale. Sunt prezentate desfășurarea examenului clinic și a testelor specifice (atât cele statice cât și cele dinamice), cu interpretarea acestora pentru verificarea stabilității articulare. De asemenea, sunt trecute în revistă criteriile imagistice de confirmare a diagnosticului, cu descrierea semnelor RMN prezente în

cazul rupturii LIA; după cum se știe, această investigație este de elecție pentru stabilirea diagnosticului.

Ultimul capitol al părții generale tratează chestiunea opțiunilor de tratament, atât conservator cât și chirurgical. Sunt prezentate modul de recoltare și preparare a grefelor de ischiogambieri, tendon rotulian și tendon quadricipital și sunt expuse imaginile cu tendoanele recoltate și neoligamentele pregătite pentru implantare. Este descris timpul artroscopic al intervenției chirurgicale, cu prezentarea portalurilor, a poziționărilor și modului de realizare a tunelurilor osoase, a introducerii și fixării neoligamentului. Totodată, este descrisă și reconstrucția unui singur fascicul și tehnica de augmentare, cu reinsertia LIA și ranforsarea acestuia cu grefonul preparat și fixat în mod similar cu tehnica de ligamentoplastie.

Partea generală se încheie cu prezentarea modului în care se realizează recuperarea postoperatorie și posibilele complicații intra- și post-operatorii, precum și modul în care aceste complicații sunt prevenite sau sunt soluționate în cazul în care au apărut.

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

STUDIUL 1. Reconstrucția ligamentului încrucișat anterior: compararea rezultatelor clinice după ligamentoplastie și augmentare

Obiective. Scopul studiului actual a fost compararea rezultatelor obținute după reconstrucția LIA folosind tehnica anatomică single bundle utilizând tendoanele mușchiului gracilis și semitendinos și augmentarea LIA cu reinsertia femurală a bontului ligamentar și ranforsarea acestuia cu grefon din tendoanele mușchiului gracilis și semitendinos.

Material și metodă. Am efectuat un studiu retrospectiv care a inclus pacienții tratați în Secția Ortopedie-Traumatologie din Spitalul Militar Cluj-Napoca în perioada ianuarie 2013- decembrie 2016. În această perioadă au fost operați un număr de 510 pacienți care prezentau instabilitate de genunchi prin leziune de LIA, la care s-a folosit tehnica anatomică single bundle utilizând tendoanele mușchiului gracilis și semitendinos.

Pacienții au fost împărțiți în două grupuri:

-primul grup cu ruptura LIA în 1/3 medie și care au fost operați după tehnica anatomică de reconstrucție

-al doilea grup cu deinsertia femurală a LIA și la care s-a practicat augmentarea ligamentului lezat și ligamentoplastie după tehnica anatomică.

Rezultate. În timpul celor 4 ani de studiu, au fost operați 510 pacienți cu leziune LIA, la 447(87,6%) s-a practicat ligamentoplastie, iar la 63(12,4%) augmentare. În ceea ce privește repartitia în funcție de sex, 120 (23,5%) dintre pacienți au fost de sex

feminin și 390 (76,5%) de sex masculin. În ceea ce privește mediul de proveniență, 123 (24,1%) persoane au fost din mediul rural și 387(75,9%) din mediul urban.

Pacienții incluși în studiu au avut vârsta cuprinsă între 18 și 49 ani, vârsta medie a fost 30,27 ani ($\pm 7,47$ DS).

În ceea ce privește deficitul de flexie, nu am găsit diferență semnificativă între cele două tehnici la 2 săptămâni ($p=0.901$), 4 săptămâni ($p=0.943$), la 3 luni ($p=0.764$) și 6 luni ($p=0.706$).

În ceea ce privește deficitul de extensie, nu am găsit diferență semnificativă între cele două tehnici la 2 săptămâni ($p=0.813$), 4 săptămâni ($p=0.925$), la 3 luni ($p=1.000$) și 6 luni ($p=1.000$).

După evaluarea longitudinală a deficitelor rezultă că a existat diferență semnificativă a frecvenței DF între 3 luni și 2 săptămâni (p -ajustat= $0.0047 < 0.05$); între 6 luni și 2 săptămâni (p -ajustat= $0.0019 < 0.05$); între 3 luni și 1 lună (p -ajustat= $0.021 < 0.05$) și între 6 luni și 1 lună (p -ajustat= $0.005 < 0.05$) și a DE între 3 luni și 2 săptămâni (p -ajustat= $0.0358 < 0.05$); între 6 luni și 2 săptămâni (p -ajustat= $0.0358 < 0.05$) la pacienții cu AUG.

După evaluarea longitudinală a deficitelor rezultă că a existat diferență semnificativă a frecvenței DF și a DE între oricare două perioade de timp (p -ajustat <0.05) la pacienții cu LIGA.

Concluzii. Prin compararea rezultatelor privind deficitul de flexie sau extensie între cele două tehnici, nu au existat diferențe semnificative statistic între cele două tehnici la nici una dintre perioadele analizate.

Prin analiza timpului de recuperare a deficitelor de mobilitate, separat pe fiecare tehnică, rezultatele au arătat că la tehnica de augmentare, rezultatele semnificative statistic au fost obținute la intervale mai lungi de timp (2 săptămâni – 3 și 6 luni; 4 săptămâni- 3 și 6 luni). La tehnica de LIGA rezultatele semnificative statistic au fost obținute între toate intervalele analizate (și între 2 și 4 săptămâni). De aici putem concluziona că în cazul AUG, recuperarea deficitelor s-a produs mai lent.

STUDIUL 2. Incidența leziunilor asociate cu reconstrucția ligamentului încrucișat anterior

Obiective. În acest studiu am analizat prezența leziunilor meniscale și de cartilaj cu creșterea intervalului dintre momentul traumatismului și cel al efectuării intervenției chirurgicale. Am considerat factor de risc timpul care a trecut de la momentul traumatismului până la intervenția chirurgicală, astfel am calculat riscul de apariție a leziunilor asociate în funcție de acest interval de timp.

Material și metodă. Am efectuat un studiu retrospectiv ce a inclus pacienți operați în Secția de Ortopedie și Traumatologie a Spitalului Militar de Urgență Cluj-Napoca în perioada ianuarie-decembrie 2016. Toți pacienții au fost operați de același medic pentru leziune LIA în anul 2016. Intervenția chirurgicală efectuată a fost de reconstrucție artroscopică a LIA, folosind tehnica anatomică de reconstrucție. Am analizat prezența leziunilor meniscale și de cartilaj în funcție de timpul de la momentul traumatismului până la intervenția chirurgicală. Aceste leziuni au fost studiate și în funcție de vârstă și sexul pacienților.

Rezultate. Nu am găsit asociere semnificativă între timpul până la intervenție și mediul de proveniență al pacienților ($p=0.389$) și genul pacientului ($p=0.376$).

A existat o asociere semnificativă statistic între timpul până la intervenție și numărul leziunilor, între timpul până la intervenție și prezența/absența oricărui tip de leziune ($p<0,001$).

A existat o asociere semnificativă pozitivă între timpul până la operație și riscul de a avea un număr crescut de leziuni. Astfel, riscul de a avea un număr mai crescut (mare) de leziuni a fost de 6,64 ori mai mare la pacienții care au venit la operație între 3-6 luni față de cei care au venit la operație într-un timp mai mic de 3 luni.

Concluzii. Majoritatea pacienților care nu au prezentat leziuni asociate au fost operați în primele 6 luni de la traumatism. În intervalele 6-12 luni, respectiv 12-24 luni au fost foarte puțini pacienți fără leziuni asociate (cate 3,2%), iar după 24 luni nu au fost pacienți care să nu prezinte în momentul ligamentoplastiei și leziuni de cartilaj și menisc.

STUDIUL 3. Integrarea grefei după ligamentoplastie sau augmentare la iepure

Ipoteza de lucru. În acest studiu s-a efectuat un studiu experimental, pe model animal de iepure, am analizat rolul bontului ligamentar la integrarea neoligamentului, atât din punct de vedere al apariției vaselor de neoformație, cât și al semnelor de integrare a grefonului. Am păstrat ligamentul încrucișat anterior, acesta a fost dezinsurat de la nivel femural și am studiat rolul acestuia asupra integrării grefonului implantat. Acest lucru s-a făcut prin comparare cu integrarea grefonului în tehnica clasică de ligamentoplastie.

Material și metodă. Pentru studiul experimental s-au folosit 12 iepuri din rasa NZW, cu greutatea $3,750 \pm 0,06872$ kg, care au fost împărțiți în două grupe de câte 6 iepuri. La primul grup s-a rezecat LIA și s-a înlocuit cu un neoligament realizat din extensorul lung al degetelor recoltat de la același membru, iar la al doilea grup s-a realizat

intervenția chirurgicală de augmentare, în care LIA s-a dezinsertat de pe condilul femural și s-a păstrat. Neoligamentul obținut s-a introdus în aceeași manieră ca la primul grup. Pentru recoltarea specimenelor, câte jumătate din cele două grupuri au fost sacrificați la 3, respectiv 6 săptămâni.

Rezultate. Iepurii din ambele grupuri au avut activitate normală, fără diferență semnificativă între cele două loturi. Atât la 3, cât și la 6 săptămâni nu am constatat semne de instabilitate anteroposterioară la nici unul dintre loturi.

La 3 săptămâni în tehnica de augmentare s-a observat abundența țesutului inflamator și a țesutului de granulație bogat vascularizat, multiple zone de mineralizare și apariția țesutului cicatricial adult. La 3 săptămâni în grupul la care s-a efectuat ligamentoplastie, țesutul inflamator și țesutul de granulație este mai slab reprezentat.

La 6 săptămâni în tehnica clasică s-a constatat apariția țesutului reparator cicatricial (țesutului cicatricial adult), cu focare de mineralizare în masa de țesut cicatricial bine vascularizat.

La 6 săptămâni de la augmentare a apărut țesut reparator cicatricial, prezența metaplaziei cartilaginoase, țesut de granulație bine vascularizat. Aceste modificări sunt specifice procesului de integrare a grefei.

Concluzii. Rezultatele noastre arată că pe termen lung nu există un avantaj în ceea ce privește integrarea, revascularizarea, proliferarea celulară prin păstrarea bontului ligamentar, la 6 săptămâni postoperator în ambele loturi semnele specifice integrării grefonului sunt prezente în proporție aproximativ egală.

Am constatat că în cazul augmentării, modificările specifice integrării neoligamentului au apărut mai repede, la 3 săptămâni prin păstrarea bontului ligamentar a determinat apariția modificărilor specifice integrării comparabile cu cele apărute prin tehnica clasică la 6 săptămâni.

CONCLUZII GENERALE

- Leziunea ligamentului încrucișat anterior rămâne cea mai frecventă leziune ligamentară care necesită intervenție chirurgicală de reconstrucție. Adesea, leziunile apar la persoanele tinere care practică sport pentru agrement sau de performanță, a căror activitate sportivă este afectată de producerea acestei leziuni și care își doresc să-și continue activitatea efectuată anterior de producerea leziunii.
- Numărul intervențiilor chirurgicale de reconstrucție a crescut semnificativ în fiecare an datorită recunoașterii consecințelor instabilității secundare, o obținerea unui diagnostic cât mai precis, a creșterii numărului de centre în care intervenția chirurgicală poate să fie efectuată.

- Există numeroase tehnici de reconstrucție, acestea s-au modificat și îmbunătățit continuu, cu realizarea ulterioară de numeroase studii și analize pentru a verifica rezultatele lor și astfel să se poată corecta imperfecțiunile tehnicilor chirurgicale cu scopul de a obține un genunchi cât mai apropiat de cel anterior producerii leziunii.
- Un alt scop care a determinat modificarea continuă a tehnicilor chirurgicale, a alegerii diferitelor tipuri de grefe și a diferitelor tipuri de sisteme de fixare, a fost obținerea cât mai rapidă și sigură a integrării grefei și de reducere a timpului recuperării postoperatorii cu ușurarea acestei perioade. Se încearcă obținerea și grăbirea integrării grefei, astfel s-a studiat rolul asupra grefonului implantat al păstrării bontului ligamentar sau reinsertia femurală a ligamentului dezinsertat femural cu ramforsarea acestuia cu grefonul preparat. S-a studiat dacă păstrarea bontului grăbește revascularizarea neoligamentului și dacă păstrarea terminațiilor nervoase din bont au rol în îmbunătățirea propriocepției neoligamentului.
- Mecanismul de apariție a leziunilor de cartilaj și evoluția spre artroză după leziunea LIA este multifactorial și incomplet cunoscut. În timpul mecanismului de producere a leziunii LIA se produc leziuni ale osului subcondral și ale cartilajului. Starea meniscurilor este un factor foarte important pentru apariția artrozei după leziunea LIA.
- Studiarea timpului în care este foarte probabil să apară aceste leziuni secundare cu consecințe sigure și ireversibile pe termen lung este important pentru a aprecia cât pot să fie temporizate intervențiile de reconstrucție a LIA fără a crește riscul de apariție a leziunilor meniscale și cartilaginoase, astfel încât beneficiul ligamentoplastiei să fie maxim.

ORIGINALITATEA TEZEI

- În cadrul *Studiului 1*, am comparat rezultatele obținute după reconstrucția LIA folosind tehnica anatomică single bundle utilizând tendoanele mușchiului gracilis și semitendinos și augmentarea LIA cu reinsertia femurală a bontului ligamentar și ramforsarea acestuia cu grefon din tendoanele mușchiului gracilis și semitendinos. Am evaluat printr-un studiu retrospectiv rezultatele obținute după realizarea pacienților cu instabilitate de genunchi după leziune LIA a celor două tehnici chirurgicale. Prin acest studiu, am analizat rolul păstrării bontului ligamentar asupra integrării grefonului.
- În studiul al doilea, care este un studiu retrospectiv pe pacienții operați în 2016 de instabilitate genunchi prin leziunea LIA, am analizat riscul de apariție a leziunilor meniscale și de cartilaj în funcție de timpul scurs de la momentul traumatismului până la cel al efectuării intervenției chirurgicale. Rezultatele obținute au arătat că pentru a scădea riscul de apariție a leziunilor asociate, intervenția chirurgicală trebuie efectuată în primele 6 luni după traumatism. De acest aspect trebuie să

ținem cont când examinăm pacienții cu entorse de genunchi și să se recomande investigațiile specifice pentru stabilirea cu precizie a diagnosticului. În acest fel, beneficiul intervenției este maxim, știindu-se că principala cauză a apariției artrozei după leziunea LIA este ruptura meniscului și, în special, a meniscectomiei secundare.

- În studiul experimental (*Studiul 3*), efectuat pe iepuri, am comparat aceleași două tehnici chirurgicale, ligamentoplastie și augmentare. Acestea au fost realizate în același mod ca și în studiul clinic și am analizat diferențele cu privire la apariția modificărilor specifice integrării grefonului. Rezultatele obținute au arătat că deși pe termen lung sunt asemănătoare, după 6 săptămâni, atât în tehnica de ligamentoplastie, cât și în cea de augmentare sunt prezente modificările specifice integrării, în grupul iepurilor la care s-a păstrat bontul ligamentar, acestea au apărut mai repede, la 3 săptămâni au fost asemănătoare cu cele apărute la grupul la care s-a folosit tehnica clasică la 6 săptămâni. De aici putem trage concluzia că păstrarea bontului ligamentar grăbește revascularizarea și fixarea neoligamentului.
- În concluzie, consider ca rezultatele obținute sunt încurajatoare, scurtarea perioadei de integrare și vindecare este un aspect pozitiv care permite accelerarea procesului de vindecare postoperator.

THE SUMMARY OF THE PHD THESIS

Clinical and experimental
contributions to the reconstructive
surgery of the knee ligaments.

PhD student: **Claudiu-Daniel Chitea**

PhD supervisor: Prof.dr. **Gheorghe Tomoaia**



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION.....	15
THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE.....	17
1. Introduction.....	19
1.1. <i>The history of the reconstruction of ACL lesion.....</i>	<i>20</i>
1.2. <i>Anatomy.....</i>	<i>20</i>
1.2.1. The anatomy of the knee.....	20
1.2.2. The anatomy of ACL lesion.....	22
1.2.3. The histology of ACL lesion.....	23
1.3. <i>Biomechanics.....</i>	<i>24</i>
1.3.1. The biomechanics of the knee with intact ACL.....	24
1.3.2. The biomechanics of the knee with broken ACL.....	24
1.3.3. The biomechanics of the knee with the break of a beam.....	25
2. THE PRODUCTION MECHANISM OF THE ACL LESION.....	27
2.1. <i>Total lesion.....</i>	<i>27</i>
2.2. <i>Partial lesion.....</i>	<i>28</i>
2.3. <i>The consequences of the instability.....</i>	<i>28</i>
3. DIAGNOSIS.....	29
3.1. <i>Anamnesis.....</i>	<i>29</i>
3.1.1. Anamnesis in the partial lesion of ACL.....	29
3.1.2. Anamnesis in the total lesion of ACL.....	29
3.2. The clinical examination.....	29
3.2.1. The clinical examination in the partial lesion of ACL.....	29
3.2.2. The clinical examination in the total lesion of ACL.....	30
3.2.3. Specific tests.....	30
3.3. Imagistics.....	32
3.3.1. Radiology.....	32
3.3.2. Magnetic resonance.....	32
3.3.3. Diagnostic arthroscopy.....	33
4. TREATMENT.....	35
4.1. <i>Conservative treatment.....</i>	<i>35</i>
4.2. <i>Surgical treatment.....</i>	<i>35</i>
4.2.1. The type of graft.....	36
4.2.2. The arthroscopic time.....	39
4.2.3. The reconstruction of the ACL in partial lesion.....	42
4.3. <i>Postoperative recovery.....</i>	<i>43</i>
5. COMPLICATIONS.....	45
5.1. <i>Intraoperative complications.....</i>	<i>45</i>
5.2. <i>Postoperative complications.....</i>	<i>45</i>
PERSONAL CONTRIBUTION.....	47
1. WORKING HYPOTHESIS.....	49

2. STUDY 1- ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION: THE COMPARISON OF THE CLINICAL RESULTS AFTER LIGAMENOTPLASTY AND AUGMENTATION.....	51
2.1. Introduction.....	51
2.2. Working hypothesis.....	52
2.2.1. The surgery technique.....	52
2.2.2. The augmentation.....	58
2.2.3. Postoperative recovery.....	59
2.3. Material and method.....	61
2.4. Results.....	62
2.5. Discussions.....	76
2.6. Conclusions.....	77
3. STUDY 2- THE INCIDENCE OF INJURIES ASOCIATED WITH THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION.....	79
3.1. Introduction.....	79
3.2. Working hypothesis.....	80
3.3. Material and method.....	81
3.4. Results.....	81
3.5. Discussions.....	91
3.6. Conclusions.....	92
4. STUDY 3- GRAFT INTEGRATION AFTER LIGAMENOTPLASTY OR AUGMENTATION AT THE RABBIT.....	93
4.1 Introduction.....	93
4.2. Working hypothesis.....	94
4.3. Material and method.....	94
4.4. Results.....	99
4.5. Discussions.....	107
4.6. Conclusions.....	108
5. GENERAL CONCLUSIONS.....	109
6. THE ORIGINALITY AND THE INNOVATIVE CONTRIBUTIONS OF THE THESIS.....	113

REFERENCES

115

KEY WORDS:

ACL lesion, knee instability, ligamentoplasty, augmentation, ACL reconstruction, ligament graft, neoligament, neoligament integration, knee arthroscopy, instability knee tests, ACL anteromedial beam, ACL anterolateral beam, secondary meniscal lesions.

INTRODUCTION

Anterior cruciate ligament lesion is the most common ligament lesion that requires surgical treatment. This injury affects young people who play recreational or performance sports, who want to continue their sports activity. The number of reconstruction surgeries has increased significantly each year due to the recognition of the consequences of secondary instability, obtaining a more accurate diagnosis, increasing the number of centers where surgery can be performed. With the spread of arthroscopic techniques, through their continuous improvement, the emergence of increasingly efficient fixation systems, shortening recovery periods, ligament reconstruction surgery has become increasingly easy for patients to accept. This has led to the continuous study of bone tunnel positioning, diversification of graft types, improvement of neoligament integration and postoperative recovery to obtain a joint as close as possible to normal.

ACL reconstruction has evolved from open techniques to minimally invasive, arthroscopic with the use of different types of grafts: patellar tendon, hamstring tendon, allografts, artificial grafts. With the use of various surgical techniques, a variety of fastening systems were used: interference screws, buttons, pins, clamps.

Subsequently, it went from non-anatomical to anatomical techniques with the femoral tunnel made through the anteromedial portal, not through the tibial tunnel, with the realization of tunnels in the ligament prints.

Another purpose that led to the continuous modification of surgical techniques, the choice of different types of grafts and different types of fastening systems, was to obtain as quickly and safely as possible the integration of the graft with the reduction of the postoperative recovery time and recovery period. Attempts are made to obtain and hasten the integration of the graft, thus the role of the preservation of the ligament or femoral reinsertion of the disinserted femoral ligament with its reinforcement with the prepared graft has been studied. As regards the role of the preservation of the ligament, the studies are not uniform. Some studies show that the preservation of the blunt favours the integration of the graft, others that it has no role in the process of integration of the neoligament.

As regards the role of instability on the occurrence of arthrosis changes, the results are more uniform. Ligamentoplasty does not negate the risk of developing arthrosis, but failure to perform the operation causes arthrosis to settle faster due to the production of meniscal lesions and menisctomies. The condition of the meniscus is the most important factor that causes arthrosis after the rupture of the ACL.

The condition of the meniscus is the most important factor that causes arthrosis after the rupture of the ACL. Based on this hypothesis, we analyzed the presence of meniscal and cartilage lesions with the increase in the interval between the time of trauma and that of surgery. We considered the risk factor the time that passed from the time of trauma to surgery, so we calculated the risk of occurrence of associated injuries according to this time frame.

The main purpose of the thesis was to analyze the role of ligament preservation in the case of femoral disinsertion and its reattachment. This re-posting was carried

out simultaneously with ligamentoplasty, by passing into the femoral tunnel of the wires with which the suture was performed. We compared the results obtained after the ruptured ligament augmentation with tendon graft and the reconstruction of the ACL with the resection of the broken cross-bone.

THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

In the general part of the paper, the various surgical techniques of treatment, the different types of grafts and fastening systems, as well as their method of sampling and preparation, with data from the anatomy of the knee and the ACL and with the punctuation of the issues of primary importance in practice, are presented.

The first chapter of the general part deals with the notions of anatomy of the knee, with the description of the intra- and extra-articular tendinous and ligament structures, which play an important role in joint stability. At the same time, the anatomy of the ACL is described, with the analysis of the two fascicles, AM and PL with their inserts, the tibial and the femoral, and the relationship with the menisci.

Also in this first chapter are presented the notions of biomechanics of the knee in the situation where the ligament is intact, but also in the situation where it is either totally damaged or has damaged a single fascicle.

In the case of isolated rupture of the AM beam, the anterior drawer is intensely positive because, at a 90° flexion, the PL beam is relaxed and thus does not oppose the anterior translation of the tibia, while the Lachman test is almost normal, because the PL beam, which is intact, opposes the anterior movement of the tibia. Patients in whom the AM beam is damaged experience previous instability similar to that encountered in the case of total lesion. In the event that an isolated rupture of the PL beam is present, the Lachman test is positive and the anterior drawer is almost normal because the intact AM fascicle opposes the anterior translation of the tibia. In the case of PL beam lesion, patients experience rotational instability and less anteroposterior. They have the positive pivot shift test, the previous drawer and the Negative Lachmann test.

In the second chapter of the general part, the mechanisms by which the entire rupture of the ACL or the rupture of a single beam occurs, as well as the consequences that these lesions produce on the knee, are described.

In the third chapter, the diagnosis is described, both in the case of total and partial lesions. The conduct of the clinical examination and specific tests (both static and dynamic) are presented, with their interpretation for the verification of joint stability. The diagnostic confirmation imaging criteria are also reviewed with the description of the MRI signs present in the case of ACL rupture; as is known, this investigation is of the elective for diagnosis.

The last chapter of the general part deals with the issue of treatment options, both conservatively and surgically. There are presented how to harvest and prepare the grafts of hamstrings, patellar tendon and quadricipital tendon and also images of harvested tendons and neoligaments prepared for implantation are displayed. The arthroscopic time of surgery is described, with the presentation of portals, positioning and how to make bone tunnels, the introduction and fixation of the neoligament. At the same time, the reconstruction of a single beam and the augmentation technique is

described, with the reinsertion of the ACL and its reinforcement with the graft prepared and fixed in a similar way to the ligamentoplasty technique.

The general part ends with the presentation of how postoperative recovery is carried out and possible intra- and post-operative complications, as well as how these complications are prevented or resolved if they occurred.

PERSONAL CONTRIBUTION

STUDY 1. Anterior cruciate ligament reconstruction: the comparison of the clinical results after ligamentoplasty and augmentation

Objectives. The purpose of the current study was to compare the results obtained after the reconstruction of the ACL using the single bundle anatomical technique using the gracilis and semitendinos muscle tendons and the augmentation of the ACL with the femoral reinsertion of the ligament bone and its reinforcement with graft from the tendons of the gracilis and semitendinosus muscle.

Material and method. We conducted a retrospective study that included patients treated in the Orthopedic-Traumatology Department of Cluj-Napoca Military Hospital between January 2013 and December 2016. During this period, 510 patients with knee instability through LIA lesion were operated on, using the single bundle anatomical technique using gracilis and semitendinosus muscle tendons.

Patients were divided into two groups:

-the first group with lia rupture in 1/3 mean and who were operated on according to the anatomical reconstruction technique

-the second group with femoral disinsertion of ACL and in which the damaged ligament and ligamentoplasty were performed according to the anatomical technique.

Results. During the 4 years of study, 510 patients with ACL lesions were operated, at 447 (87.6%) ligamentoplasty was performed, and at 63 (12.4%) augmentation. As regards gender distribution, 120 (23.5%) patients were female and 390 (76.5%) male. As regards the environment of provenance, 123 (24.1%) persons were from rural areas and 387 (75.9%) urban areas.

Patients included in the study were with ages between 18 and 49 years old, the average age was 30.27 years (± 7.47 DS).

Regarding the flexion deficit, we did not find a significant difference between the two techniques at 2 weeks ($p=0.901$), 4 weeks ($p=0.943$), 3 months ($p=0.764$) and 6 months ($p=0.706$).

Regarding the deficit extension, we did not find a significant difference between the two techniques at 2 weeks ($p=0.813$), 4 weeks ($p=0.925$), 3 months ($p=1.000$) and 6 months ($p=1.000$).

After the longitudinal assessment of the deficits it follows that there was a significant difference in the frequency between 3 months and 2 weeks ($p\text{-adjusted}=0.0047<0.05$); 6 months to 2 weeks ($p\text{-adjusted}=0.0019<0.05$); between 3 months and 1 month ($p\text{-adjusted}=0.021<0.05$) and 6 months to 1 month ($p\text{-adjusted}=0.005<0.05$) and time between 3 months and 2 weeks (p -

adjusted=0.0358<0.05); 6 months to 2 weeks (p-adjusted=0.0358<0.05) in patients with AUG.

After the longitudinal assessment of the deficits it follows that there was a significant difference in the frequency of DF and DE between any two time periods (p-adjusted<0.05) in patients with LIGA.

Conclusions. By comparing the flexion deficiency or extension results between the two techniques, there were no statistically significant differences between the two techniques in neither of the periods analysed.

By analyzing the recovery time of mobility deficits, separately on each technique, the results showed that in the augmentation technique, statistically significant results were obtained at longer intervals (2 weeks – 3 and 6 months; 4 weeks – 3 and 6 months). In the LIGA technique statistically significant results were obtained between all analyzed intervals (and between 2 and 4 weeks). From this we can conclude that in the case of the AUG, the recovery of deficits occurred more slowly.

STUDY 2. The incidence of injuries associated with the anterior cruciate ligament reconstruction

Objectives. In this study we analyzed the presence of meniscal and cartilage lesions with the increase in the interval between the time of trauma and that of surgery. We considered the risk factor the time that passed from the time of trauma to surgery, so we calculated the risk of occurrence of associated injuries according to this time frame.

Material and method. We performed a retrospective study that included patients operated in the Orthopedics and Traumatology Department of the Cluj-Napoca Military Emergency Hospital between January and December 2016. All patients were operated on by the same doctor for the ACL lesion in 2016. The surgical intervention performed was arthroscopic reconstruction of the ACL, using the anatomical reconstruction technique. We analyzed the presence of meniscal and cartilage injuries according to the time from the time of trauma to surgery. These lesions were also studied according to the age and sex of the patients.

Results. We did not find a significant association between the time until intervention and the patient's background (p = 0.389) gender (p = 0.376). There was a statistically significant association between the time until intervention and the number of lesions, between the time until intervention and the presence / absence of any type of lesion (p <0.001). There was a significant positive association between the time before surgery and the risk of having an increased number of injuries. Thus, the risk of having a higher (high) number of lesions was 6.64 times higher in patients who came to surgery between 3-6 months compared to those who came to surgery in a shorter time. for 3 months.

Conclusions. Most patients who did not have associated lesions were operated on in the first 6 months after the trauma. Between 6-12 months and 12-24 months, respectively, there were very few patients without associated lesions (3.2% each), and after 24 months there were no patients who did not present at the time of ligamentoplasty and cartilage and meniscus lesions.

STUDY 3. Graft integration after ligamentoplasty or augmentation at the rabbit

Working hypothesis. In this study, an experimental study was carried out, on the rabbit animal model, where we analyzed the role of ligamental abutment in the integration of neoligament, both in terms of the appearance of neo-formation vessels and also of signs of integration of the graft. We kept the anterior cruciate ligament which was removed from the femoral level and we studied its role on the integration of the implanted graft. This was done by comparison with the integration of the graft into the classical ligamentoplasty technique.

Material and method. For the experimental study, 12 NZW rabbits, weighing $3,750 \pm 0.06872$ kg, were used, which were divided into two groups of 6 rabbits. In the first group, the ACL was resected and replaced with a neoligament made of the long finger extensor harvested from the same limb, and in the second group, augmentation surgery was performed, in which the ACL was disinserted from the femoral condyle and preserved. The neoligament obtained was introduced in the same manner as in the first group. For the collection of specimens, half of the two groups were sacrificed at 3 and 6 weeks, respectively.

Results. The rabbits from both groups had normal activity, with no significant difference between the two groups. At both 3 and 6 weeks we found no signs of anteroposterior instability in any of the groups.

At 3 weeks in the augmentation technique, the abundance of inflammatory tissue and richly vascularized granulation tissue, multiple mineralization areas and the appearance of adult scar tissue were observed. At 3 weeks in the ligamentoplasty group, the inflammatory tissue and granulation tissue are less represented.

At 6 weeks in the classical technique, the appearance of scar repair tissue (adult scar tissue) was found, with mineralization focus in the mass of well-vascularized scar tissue.

At 6 weeks after augmentation appeared scar repair tissue, the presence of cartilaginous metaplasia, well-vascularized granulation tissue. These changes are specific to the graft integration process.

Conclusions. Our results show that in the long run there is no advantage in terms of integration, revascularization, cell proliferation by preserving the ligament abutment, at 6 weeks postoperatively in both groups the specific signs of graft integration are present in approximately equal proportions.

We found that in the case of augmentation, the changes specific to the integration of the neoligament appeared faster, at 3 weeks by keeping the ligament abutment

determined the appearance of changes specific to the integration comparable to those caused by the classical technique at 6 weeks.

GENERAL CONCLUSIONS

- Anterior cruciate ligament injury remains the most common ligament injury requiring reconstructive surgery. Injuries often occur in young people who play recreational or performance sports, whose sports activity is affected by the production of this injury and who want to continue their activity previously performed by the production of the injury.
- The number of reconstruction surgeries has significantly increased each year due to the recognition of the consequences of secondary instability, a more accurate diagnosis, an increase in the number of centers where surgery can be performed.
- There are many reconstruction techniques which have been continuously modified and improved, with the subsequent realization of numerous studies and analyzes to verify their results and thus be able to correct the imperfections of surgical techniques in order to obtain a knee as close as possible prior to that of the injury.
- Another goal that led to the continuous change of surgical techniques, the choice of different types of grafts and different types of fastening systems, was to obtain as quickly and safely as possible the integration of the graft and to reduce the time of the postoperative recovery with relief from this period. There are many attempts to obtain and speed up the graft integration, thus studying the role on the implanted graft of preserving the ligament abutment or the femoral reinsertion of the femoral disinserted ligament with its reinforcement with the prepared graft. It has been studied whether the preservation of the abutment accelerates the revascularization of the neoligament and whether the preservation of the nerve endings in the abutment have a role in improving the proprioception of the neoligament.
- The mechanism of occurrence of cartilage lesions and the evolution to osteoarthritis after the ACL injury is multifactorial and incompletely known. During the mechanism of the ACL lesion, lesions of the subchondral bone and cartilage occur. The condition of the menisci is a very important factor for the appearance of osteoarthritis after the ACL lesion.
- Studying how long these secondary lesions are likely to occur with safety and irreversible long-term consequences is important to assess how long the ACL reconstruction interventions can be delayed without increasing the risk of meniscal and cartilaginous lesions, so that the benefit of ligamentoplasty to be maximum.

THE ORIGINALITY OF THE THESIS

- In Study 1, we compared the results obtained after the ACL reconstruction using single bundle anatomical technique using gracilis and semitendinosus muscle tendons and the ACL augmentation with femoral reinsertion of ligament abutment and its reinforcement with graft from gracilis and semitendinosus tendons. We evaluated through a retrospective study the results obtained after performing patients with knee instability after the ACL injury of the two surgical techniques. Through this study, we analyzed the role of ligament abutment preservation on graft integration.
- In the second study, which is a retrospective study of patients operated on in 2016 for knee instability due to the ACL injury, we analyzed the risk of meniscal and cartilage damage depending on the time elapsed from the time of trauma to the time of surgery. The results obtained showed that in order to reduce the risk of associated injuries, the surgery must be performed in the first 6 months after the trauma. This should be taken into account when examining patients with sprained knees and recommending specific investigations to accurately establish the diagnosis. In this way, the benefit of the intervention is maximum, knowing that the main cause of osteoarthritis after the ACL injury is the rupture of the meniscus and, in particular, secondary meniscectomy.
- In the experimental study (Study 3), performed on rabbits, we compared the same two surgical techniques, ligamentoplasty and augmentation. These were performed in the same way as in the clinical study and we analyzed the differences regarding the occurrence of changes specific to the graft integration. The results obtained showed that although in the long term they are similar, after 6 weeks, both in the ligamentoplasty technique and in the augmentation technique there are changes specific to the integration, in the group of rabbits where the ligament abutment was kept, they appeared faster, at 3 weeks they were similar to those in the group in which the classical technique was used at 6 weeks. From here we can conclude that the preservation of the ligament abutment accelerates the revascularization and fixation of the neoligament.
- In conclusion, I consider that the results obtained are encouraging, the shortening of the integration and healing period is a positive aspect that allows the acceleration of the postoperative healing process.