

## **LARS LIGAMENTEN VERSUS DE BPTB EN HT RECONSTRUCTIES BIJ EEN VOORSTE KRUISBAND RUPTUUR.**

Jasper Flinterman 1533308

Hogeschool Utrecht, opleiding Fysiotherapie

Juni 2011

### **Samenvatting.**

De bedoeling van dit literatuur onderzoek is het verschil aantonen in functioneel herstel na een Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstructie waarbij gebruik wordt gemaakt van Ligament Advancement Reinforcement System (LARS) ligamenten of autogene ligamenten vervaardigd uit de patella pees of de hamstrings. De auteur wil aantonen dat de kunstligamenten van LARS beter zijn dan zijn voorgangers en dat, omdat het hier maar om één operatiewond gaat, het herstel spoediger verloopt dan met een Bone-Patella-Tendon-Bone (BPTB) of Hamstring Tendon (HT) reconstructie. Een van de belangrijkste obstakels bij het vinden van een passende prothese voor de ACL reconstructie is de levensduur van het transplantaat. Autogeen weefsel blijkt consequent een meer duurzame en langdurige vervanging dan de vele biomaterialen die zijn toegepast bij ACL reconstructies. Vaak voorkomende complicaties bij kunstligamenten zijn rupturen, losse fragmenten van het transplantaat in het gewricht en synovitis. Ook op lange duur worden de meeste kunstligamenten laks.

**Vraagstelling:** Wat is het verschil in functioneel herstel, vergeleken middels de International Knee Documentation Committee (IKDC knee score), bij een reconstructie van een ACL ruptuur, waarbij gebruik wordt gemaakt van een kunstligament (LARS), vergeleken met een autogene Hamstring Tendon (HT) of Bone-Patella-Tendon-Bone (BPTB) reconstructie.

**Methode:** Er zijn verschillende artikelen gevonden na de eerste zoekopdracht die aansluiten bij het onderwerp. Er is gezocht naar artikelen waar de LARS, HT en BPTB methode wordt onderzocht of vergeleken. Na het bestuderen van de gevonden artikelen is een tweede zoekopdracht gedaan naar de verschillen in het herstel in alle drie de methodes. Na het vinden van deze artikelen rees de vraag of er geen complicaties bekend waren na het gebruik van LARS aangezien deze artikelen praktisch alleen maar goede berichten geven. Er is een derde zoekopdracht gedaan naar de complicaties bij de drie methodes.

**Zoektermen:** de volgende zoektermen zijn los en in combinatie gebruikt. LARS, ACL, reconstruction, patellar, recovery, BPTB, HT, complications.

**Uitkomstmaten:** De uitkomstmaten worden vergeleken middels de IKDC knee score.

**Conclusie:** In deze literatuur studie is er een trend richting een positief resultaat voor de korte termijn gevonden van LARS ligamenten. Het uitblijven van complicaties als patella fractures, patella pijn, krachtsverlies in de hamstrings of quadriceps, zenuwbeschadiging of ontstekingen op de plek waar het donormateriaal is geoogst, mag als voordeel worden aangenomen. In alle geraadpleegde onderzoeken is geen significant verschil aan te tonen in vergelijking tussen LARS, BPTB of HT. In vergelijking met andere kunstmatige materialen is gedurende alle onderzoeken geen synovitis waargenomen of tekenen hiervan. Aan de hand van de bestudeerde artikelen kan geconcludeerd worden dat de LARS ligamenten op de korte termijn een goed alternatief zijn tegenover de vaker toegepaste BPTB en HT methode. Om over de lange termijn een conclusie te kunnen trekken zijn meer langlopende onderzoeken nodig.

### **Inleiding:**

Een Anterior Cruciate Ligament (ACL) ruptuur is de meest voorkomende knie aandoening en komt voor bij 30 op de 100.000 personen (Herrington, et al. 2005). De chirurgische reconstructie van het ACL wordt vaak uitgevoerd. De meest voorkomende methodes die worden gebruikt zijn autogene reconstructies zoals de Patella pees middels de Bone-Patella-Tendon-Bone (BPTB) methode of de hamstrings middels de Hamstring Tendon (HT) methode (Mascarenhas, et al, 2008). Helaas is er gebleken dat de BPTB methode complicaties met zich meebrengt in de vorm van patella fractures en patella pijn (Christen, et al, 1992) evenals de HT methode in de vorm van krachtsverlies gedurende de eerste 9 maanden na de ingreep (Yasuda, et al. 1995). Het gebruik van kunstligamenten is altijd een minder geliefde manier van reconstructies geweest vanwege de vele nadelen. Er zijn veel verschillende kunstligamenten ontwikkeld maar geen van deze ligamenten gaf op lange termijn het gewenste resultaat. Om deze reden zijn tot op de dag van vandaag de BPTB en HT methode de meest gebruikte methode (Lidén, et al. 2007). Met de invoering van LARS ligamenten zou hier echter verandering in kunnen komen.

Ligament Advancement Reinforcement System of LARS ligamenten zijn bestemd voor de intra-of extra-articulaire reconstructie van gescheurde ligamenten. Op voorhand zijn de berichten over LARS ligamenten verassend goed. Zo blijkt uit het onderzoek van Nau uit 2001 en Lavoie uit 2000 dat er tot nu toe nog geen tekenen of gevallen van synovitis zijn gerapporteerd. Volgens het onderzoek van Trieb in 2004 blijkt dat de ingroei van capillairen mogelijk is.

LARS kan worden gebruikt in combinatie met het hechten aan het overblijfsel van het gescheurde ligament, of als een autogene reconstructie. In beide gevallen helpt LARS de oorspronkelijke ligamenten te genezen in de afwezigheid van tractie en zorgt voor een eerdere terugkeer naar normaal functioneren. LARS kan worden gebruikt voor extra-articulaire reconstructies in pezen, zoals achillespees, patella pees, bicepspees, rotator cuff, etc. ([www.lars-ligaments.com](http://www.lars-ligaments.com))

Deze ligamenten moeten altijd geplaatst worden in het gewricht in een anatomische en isometrische positie. De diameter van de benige tunnels moet overeenkomen met de specifieke verwijzing voor elk type ligament en als algemene regel zo klein mogelijk zijn. De fixatie van de uiteindes van het ligament moeten altijd extra-articulair worden geplaatst om intra-articulaire schade te voorkomen. In acute gevallen moet het kunstmatige ligament geplaatst worden in het midden van het autogene overblijfsel. ([www.lars-ligaments.com](http://www.lars-ligaments.com))

Biologische en mechanische testen op weerstand en vermoeidheid hebben aangetoond dat LARS ligamenten zeer effectief zijn als ligament voor een reconstructie. ([www.lars-ligaments.com](http://www.lars-ligaments.com))

Intra-ossale LARS ligamenten zijn opgebouwd uit longitudinale vezels die samen worden gebonden door een dwarse gebreide structuur. Intra-articulaire LARS ligamenten zijn samengesteld uit parallel longitudinale vezels die 90° zijn gedraaid. De belangrijkste innovatie van deze kunstmatige ligamenten ligt in het vermogen om de natuurlijke ligamenteuze structuur na te bootsen. Het verminderen van schuifkrachten wordt gerealiseerd door de richting van de vrije vezels van het intra-articulaire segment met de klok mee of tegen de klok in te laten draaien. Bijvoorbeeld voor gebruik in rechter en linker knieën. Bovendien zijn de Polyethylene Terephthalate (PET) vezels van het intra-articulaire segment ontworpen om ingroei te bevorderen. Dankzij de porositeit van het materiaal is er ingroei mogelijk in de

omringende benige tunnels. Een dergelijke ingroei tussen de vezels van het ligament draagt bij aan de visco-elastischeiteit van het transplantaat en beschermt tegen wrijving tussen de weefsels zelf bij de opening van het benige kanaal (Mascarenhas, et al. 2008).

Autogene Bone-Patella-Tendon-Bone of BPTB en Hamstring Tendon of HT reconstructies zijn op dit moment de meest voorkomende methodes die worden gebruikt in ACL reconstructies. Waar vroeger de BPTB reconstructies werden gezien als de "gouden standaard", hebben recente studies gewezen op de HT reconstructie als een vergelijkbare optie voor ACL reconstructies. Beide technieken bieden nu een hoge mate van sterkte en stijfheid in de gereconstrueerde kruisband. Bovendien, het gebruik van eigen weefsel van de patiënt elimineert het risico van afwijzing. Goede tot zeer goede resultaten worden gerapporteerd in 85-90% van de patiënten die een van deze methodes voor ACL reconstructie hebben ondergaan. Niettemin, met BPTB reconstructies ervaren veel patiënten een verminderde functie en een significante morbiditeit bij de donor plek, waaronder secundaire anterieure kniepijn, patella tendinitis, infra patellaire contracturen en patella fracturen. Evenzo kan hamstring zwakte en zenuwletsel worden ervaren na de hamstring oogst bij de HT methode. Het gebruik van allogeen donormateriaal wordt niet vaak overwogen vanwege een beperkt aanbod van donoren, de vertraagde biologische verwerking, het risico van ziekteoverdracht en het afstoten van het weefsel. (Mascarenhas, et al. 2008).

Naar aanleiding van voorgaande gegevens is de volgende vraagstelling geformuleerd voor deze literatuurstudie: Wat is het verschil in functioneel herstel, vergeleken middels de International Knee Documentation Committee (IKDC knie score), bij een reconstructie van een ACL ruptuur, waarbij gebruik wordt gemaakt van een kunstligament (LARS), vergeleken met een autogene Hamstring Tendon (HT) of Bone-Patella-Tendon-Bone (BPTB) reconstructie?

## **Methode**

Er zijn verschillende artikelen gevonden na de eerste zoekopdracht die aansluiten bij het onderwerp. Er is gezocht naar artikelen waar de LARS, HT en BPTB methode wordt onderzocht of vergeleken. Na het bestuderen van de gevonden artikelen is een tweede zoekopdracht gedaan naar de verschillen in het herstel in alle drie de methodes. Na het vinden van deze artikelen rees de vraag of er geen complicaties bekend waren na het gebruik van LARS aangezien deze artikelen praktisch alleen maar goede berichten geven. Er is een derde zoekopdracht gedaan naar de complicaties bij de drie methodes.

De volgende zoektermen zijn gebruikt: LARS, ACL rupture, Artificial Ligament, BPTB, HT, ACL reconstruction, Recovery.

## **Resultaten**

In de zoektocht naar de werking en de verschillen van een LARS ligament, HT ligament of BPTB ligament zijn uiteindelijk vijf artikelen geselecteerd die te samen alle methoden met elkaar vergelijken. Al deze artikelen kiezen voor de IKDC knie score om de functie van de knie te beschrijven.

### *IKDC*

Aan de hand van de IKDC knie score worden de verschillende methodes vergeleken. De IKDC knie score bestaat uit 8 groepen van parameters die de kniefunctie beoordelen. De 8 parameters zijn, de subjectieve beoordeling van de patiënt, symptomen, range of motion, functioneren van het ligament, crepitaties met of zonder pijn, donorplaats pathologieën, röntgen onderzoek en functionele testen.

Een eindcijfer wordt behaald in de cijfers A, B, C of D. Waarin A en B uitmuntend en goed zijn en C en D als slecht. Onderzoek laat zien dat de IKDC knie score een betrouwbare en valide knie-specifieke meting van de symptomen, functie en sport activiteit is. De Inter-beoordelaars betrouwbaarheid 0.92 en de sensitiviteit 0.95 voor de vragenlijst. Voor de functionele testen was  $r$  0.47 tot 0.66. Bij de emotionele functie werd lager gescoord met  $r$  0.16 tot 0.26. (Irrgang, et al. 2001)

Om een duidelijk beeld te krijgen van de HT en BPTB en zo een goed mogelijke vergelijking te kunnen maken was het van groot belang dat de HT en BPTB methode goed onderzocht waren. In 2005 is er een systematische literatuurevaluatie uitgebracht wat 13 artikelen omvat. In 7 van de 13 artikelen is gebruik gemaakt van de IKDC. De uitkomsten in deze onderzoeken gaven aan dat het overgrote deel van de patiënten van de HT methode en de BPTB methode na de follow up na 24 maanden in categorie A of B van de IKDC terecht zijn gekomen. Slechts 1 studie gaf significant afwijkende resultaten weer tussen de twee methodes. Deze studie werd later verworpen aangezien de resultaten waren verworven 4 maanden na de reconstructie. Er is uiteindelijk geen significant verschil aangetoond dat suggereert dat de ene methode effectiever is dan de ander (Herrington, et al. 2005).

Als de BPTB methode wordt vergeleken met de LARS methode laat de LARS methode na de follow up na 6 maanden een betere uitslag zien bij de subjectieve beoordeling. Bij andere parameters van de IKDC waren geen significante verschillen op dat moment. Ook tijdens de latere follow up van 24 maanden onderzoeken zijn geen significante verschillen aan te tonen tussen de 2 groepen en komt het overgrote deel van de patiënten in categorie A of B terecht. Hieronder de verdeling tussen de BPTB en LARS groep (tabel 1) en de IKDC uitslagen tijdens de controle momenten (tabel 2). (Nau, et al. 2001)

**Table I.** Details of the patients who underwent reconstruction of the ACL with either an ipsilateral BPTB autograft or the LARS artificial ligament

|                                      | BPTB             | LARS             |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Number of patients                   | 27               | 26               |
| Mean ( $\pm$ SD) age in years        | 30.87 $\pm$ 8.66 | 31.03 $\pm$ 8.98 |
| Mean ( $\pm$ SD) injury age in years | 4.92 $\pm$ 6.03  | 4.72 $\pm$ 5.56  |
| Gender                               |                  |                  |
| Female                               | 12               | 5                |
| Male                                 | 15               | 21               |

**Table II.** The IKDC results for both groups before and at two, six, 12 and 24 months after operation

| IKDC score                 | Preop | Postop |   |    |    |
|----------------------------|-------|--------|---|----|----|
|                            |       | 2      | 6 | 12 | 24 |
| Subjective (median)        |       |        |   |    |    |
| BPTB                       | C     | C      | B | B  | A  |
| LARS                       | C     | B      | B | B  | A  |
| Stability (median)         |       |        |   |    |    |
| BPTB                       | C     | A      | B | B  | B  |
| LARS                       | C     | B      | B | B  | B  |
| Range of movement (median) |       |        |   |    |    |
| BPTB                       | A     | B      | A | A  | A  |
| LARS                       | A     | B      | A | A  | A  |
| Symptoms (median)          |       |        |   |    |    |
| BPTB                       | D     | D      | C | C  | A  |
| LARS                       | D     | D      | C | C  | B  |

Een vergelijking van de HT methode met de LARS methode laat na een periode van 48 maanden een significant mindere anterieure beweeglijkheid zien. 87.5% van de patiënten uit de HT groep komt in de categorie A of B terecht, tegenover 92.9% van de patiënten uit de LARS groep. Tijdens dit onderzoek zijn geen tekenen van rupturen waargenomen. Wel houdt de onderzoeker de mogelijkheid open dat sommige van de LARS ligamenten slijtage hebben ondergaan. Hieronder de onderverdeling volgens de IKDC. (Liu, et al. 2004).

**Table 3** Postoperative knee function examination results

| Group                | Final IKDC rating results |                 |          |                   |
|----------------------|---------------------------|-----------------|----------|-------------------|
|                      | Normal                    | Nearly normal   | Abnormal | Severely abnormal |
| 4SHG ( <i>n</i> =32) | 22                        | 6               | 4        | 0                 |
| LARS ( <i>n</i> =28) | 21                        | 5               | 2        | 0                 |
| <i>P</i> value       | <i>P</i> =0.523           | <i>P</i> =0.259 |          |                   |

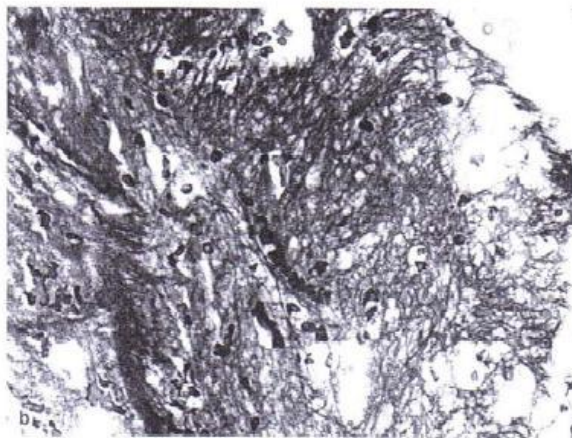
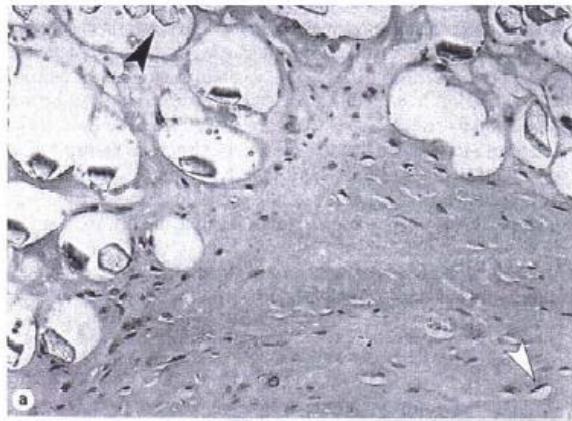
Bij een onderzoek waar alleen LARS ligamenten werden onderzocht kwam bij de test volgens Lachman een erg grote beweeglijkheid naar voren. 49% van de patiënten werd in categorie C geplaatst en zelfs 20% in categorie D tegenover 22% in categorie B en 9% in categorie A. Alle andere parameters worden overtuigend in categorie A of B gescoord. Naarmate de tijd vordert verwacht de onderzoeker een toename in falende ligamenten. De reden hiertoe wordt helaas niet toegelicht (Lavoie, et al. 2000)

Dat de LARS ligamenten zich zo houden kan misschien te verklaren zijn aan de ingroei van lichaamseigen cellen. In 2004 is door Trieb onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van ingroeing.

De tijdens de in vivo studie genomen bipten lieten cel en bindweefsel ingroei zien in het LARS ligament na 6 maanden. Fibroblasten hechten zich aan en rond de ligament vezels door het bouwen van een capsule (figuur 1a, zwarte pijl). Ook kunnen sommige endotheelcellen worden gevonden (figuur 1a, witte pijl). Dit suggereert dat de ingroei van bloedvaten mogelijk is. De ingroei van het bindweefsel is aangetoond in de gehele diameter van het ligament (figuur 1b).

Tijdens de in vitro studies werd de ingroei capaciteit van fibroblasten en osteoblast-achtige cellen onafhankelijk getest. Ingroei kan worden gevonden voor beide celtypen. Interessant is dat het ingroei patroon vergelijkbaar is met de in vivo bevindingen. Fibroblasten en osteoblast-achtige cellen hechten zich aan de ligament vezels door het bouwen van een capsule (figuur 2).

De histologische uitkomsten verschillen niet tussen de celtypen. Volledige inkapseling door het gehele ligament kon worden aangetoond na 14 dagen. Het ligament werd niet vernietigd en bleef histologisch intact. Infiltratie met leukocyten of een afstoot reactie van het lichaam werden niet waargenomen. Dit onderzoek concludeert dat deze ingroei van cel en bindweefsel structuren de kracht en het inerte gedrag van LARS ligamenten zonder tekenen van synovitis kan verklaren.



**Fig. 1.** Photomicrograph of a biopsy of the ligament.  $\times 68$ . **a** HE stain. Note the fibroblasts adhering to the fibers and building a 'second grid'. The fibers of the LARS ligament (black arrow) and endothelial cells (white arrow) can be seen. **b** Azan-blue stain showing connective tissue throughout the ligament.



**Fig. 2.** Photomicrograph of the in vivo seeded fibroblasts ( $10^6$  cells/well after 21 days). Note the adherence of the fibroblast to the fibers which results in a capsule. Magnification: **a**  $\times 27$ ; **b**  $\times 270$ .

## Conclusie

In deze literatuurstudie en vergelijking was er een trend richting een positief resultaat voor de korte termijn. Het uitblijven van complicaties als patella fracturen, patella pijn, krachtsverlies in de hamstrings of quadriceps, zenuwbeschadiging of ontstekingen op de plek waar het donormateriaal is geoogst mag als voordeel worden aangenomen. In de geraadpleegde onderzoeken (Herrington, et al. 2005, Nau, et al. 2001 en Liu, et al. 2004) is geen significant verschil aan te tonen in vergelijking tussen LARS, BPTB of HT. In tegenstelling tot andere kunstmatige materialen is gedurende alle onderzoeken geen synovitis bij het LARS ligament waargenomen of tekenen hiervan (Mascarenhas, et al. 2008). Aan de hand van de bestudeerde artikelen wordt de conclusie getrokken dat de LARS ligamenten op de korte termijn een goed alternatief zou kunnen zijn tegenover de vaker toegepaste BPTB en HT methode. Om over de lange termijn een conclusie te kunnen trekken zijn meer langlopende onderzoeken nodig.

## Discussie:

Hoewel de resultaten van de onderzoeken geen slechte berichten geven is het lastig om hier een goede conclusie voor de lange termijn aan te binden. Het langstlopende onderzoek waar LARS ligamenten worden onderzocht en vergeleken duurde slechts 4 jaar (Liu, et al. 2004). Om een goed beeld te krijgen over hoe deze ligamenten zich houden op de lange termijn zijn meer, en vooral langer lopende onderzoeken nodig. Wat op de lange termijn ook interessant is om te onderzoeken, is hoe de ingroei van

osteoblasten, fibroblasten en endotheel cellen standhoudt. En wat voor een effect dit heeft op de proprioceptieve eigenschappen van het ligament. De anterieure beweeglijkheid bij de LARS ligamenten is in de eerste 6 maanden significant groter dan bij de BPTB en HT methode (Lavoie, et al 2002). Na 24 maanden is dit verschil niet meer significant. Dit kan te verklaren zijn aan de hand van de ingroei van osteoblasten, fibroblasten en endotheelcellen. P. Lavoie heeft in 2004 met haar onderzoek bij LARS ligamenten een grote anterieure beweeglijkheid vastgesteld met de test volgens Lachman. Deze test heeft een grote sensitiviteit en sensibiliteit bij het detecteren van ligament rupturen. De vraag is echter hoe de sensibiliteit en sensitiviteit van deze test is bij het detecteren van anterieure beweeglijkheid. Mogelijk heeft dit invloed gehad op de uitkomsten van het onderzoek. Overigens is dit het enige onderzoek wat deze afwijkende waarden aangeeft. Om hier een oordeel aan te verbinden is het misschien verstandig om het onderzoek van Lavoie eens na te lopen of aanvullend onderzoek te verrichten.



## Literatuurlijst.

Nau T, Lavoie P, Duval N.

J Bone Joint Surg Br. 2002 Apr;84(3):356-60.

**A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament. Two-year follow-up of a randomised trial.**

Laboratoire de Recherche en Imagerie et Orthopédie, Centre de Recherche du CHUM, Hôpital Notre Dame, Montréal, Canada.

Mascarenhas R, Macdonald PB.

McGill J Med. 2008 Jan;11(1):29-37.

**Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics - past, present and possible future.**

Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Wu Y, Lin X.

Int Orthop. 2009 Aug;33(4):991-6. Epub 2008 Jul 25.

**Arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: retrospective review of hamstring tendon graft versus LARS artificial ligament.**

Department of Orthopaedic Surgery, Arthritis Institute Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai, 200003, People's Republic of China.  
wylb7475@163.com

Tow BP, Chang PC, Mitra AK, Tay BK, Wong MC.

J. Orthop Surg (Hong Kong). 2005 Aug;13(2):139-46.

**Comparing 2-year outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction using either patellatendon or semitendinosus-tendon autografts: A non-randomised prospective study.**

Department of Orthopaedic Surgery, Singapore General Hospital, Singapore.

Huang JM, Wang Q, Shen F, Wang ZM, Kang YF.

Chin Med J (Engl). 2010 Jan 20;123(2):160-4.

**Cruciate ligament reconstruction using LARS artificial ligament under arthroscopy: 81 cases report.**

Department of Orthopedics, Shanghai Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China.

Hopper DM, Strauss GR, Boyle JJ, Bell J.

Arch Phys Med Rehabil. 2008 Aug;89(8):1535-41. Epub 2008 Jun 30.

**Functional Recovery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Longitudinal Perspective.**

School of Physiotherapy, Curtin University of Technology, Bentley, Western Australia, Australia. D.Hopper@curtin.edu.au

Trieb K, Blahovec H, Brand G, Sabeti M, Dominkus M, Kotz R.

Eur Surg Res. 2004 May-Jun;36(3):148-51.

**In vivo and in vitro Cellular Ingrowth into a New Generation of Artificial Ligaments.**

Department of Orthopedics, Center of Clinical and Experimental Oncology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria. Klemens.trieb@akh-wien.ac.at



Lavoie P, Fletcher J, Duval N.  
Knee 2000 Jul 1;7(3):157-163.

**Patient satisfaction needs as related to knee stability and objective findings after ACL reconstruction using the LARS artificial ligament.**

Laboratoire d'imagerie et d'orthopédie, Centre de recherche du Centre Hospitalier de l'Université de Montréal, Hôpital Notre-Dame, Montreal, Canada

Anders JO, Venbrocks RA, Weinberg M.  
Int Orthop. 2008 Oct;32(5):627-33. Epub 2007 Jun 6.

**Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft.**

Department of Orthopedic Surgery, Friedrich-Schiller-University Jena, Waldkrankenhaus Rudolf Elle Eisenberg, Eisenberg, Germany.  
j.o.anders@onlinehome.de

Herrington L, Wrapson C, Matthews M, Matthews H.  
Knee. 2005 Jan;12(1):41-50.

**Anterior cruciate ligament reconstruction, hamstring versus bone-patella tendon-bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery.**

School of Health Care Professionals, University of Salford, Allerton Annexe, Frederick Road, Salford, Greater Manchester M6 6PU, UK.  
L.C.Herrington@salford.ac.uk

Lidén M, Ejerhed L, Sernert N, Laxdal G, Kartus J.  
Am J Sports Med. 2007 May;35(5):740-8. Epub 2007 Feb 9.

**Patellar Tendon or Semitendinosus Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Prospective, Randomized Study With a 7-Year Follow-up.**

Department of Plastic Surgery, Sahlgrenska University Hospital, SE-413 45 Göteborg, Sweden. mattias.liden@vgregion.se

Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, Richmond JC, Shelborne KD.

Am J Sports Med. 2001 Sep-Oct;29(5):600-13.

**Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form.**

Department of Physical Therapy, University of Pittsburgh, School of Health and Rehabilitation Sciences, Pennsylvania 15260, USA.

Malanga GA, Andrus S, Nadler SF, McLean J.  
Arch Phys Med Rehabil. 2003 Apr;84(4):592-603.

**Physical examination of the knee: a review of the original test description and scientific validity of common orthopedic tests.**

Spine, Sports and Occupational Rehabilitation, Kessler Institute for Rehabilitation, West Orange, NJ 07052, USA. gmalanga@pol.net

**Andere bronnen:**

<http://www.kniechirurgie.nl/oorzaken-letsel-voorste-kruisband>

[www.lars-ligaments.com](http://www.lars-ligaments.com)