

# TPLO: Tibial Plateau Leveling Osteotomy

*Drs. Lorenzo Pillin,*

*Oud resident ECVS*

*Dierenkliniek Anubis Aartselaar*

*Kliniek voor specialistische diergeneeskunde Rotterdam*

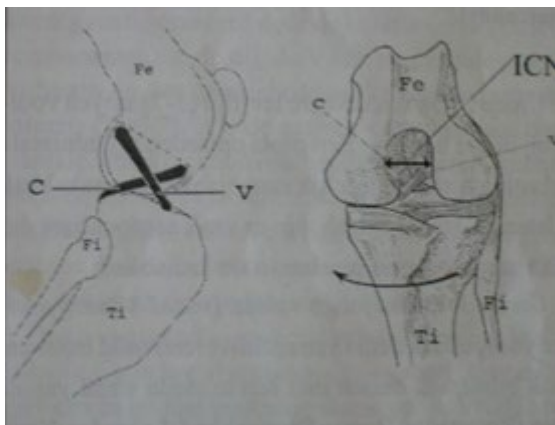
*Evidensia Dierenziekenhuis Barendrecht*

## Inleiding

Voorste kruisband ruptuur is een frequent voorkomende aandoening bij de hond en een van de meest voorkomende oorzaken van knieartrose. Men onderscheidt partiële rupturen met minimale instabiliteit en totale rupturen met erge instabiliteit. Al enkele weken na een ruptuur starten degeneratieve processen die tenslotte aanleiding geven tot een erg artrotisch gewricht. Een degelijke behandeling om deze artrose te voorkomen en de kniefunctie optimaal te behouden is dus aangewezen. Dit artikel heeft als doel de behandelingsmethode Tibial Plateau Leveling Osteotomie (TPLO) voor te stellen, de voordelen te bespreken en ze tegenover de nadelen af te wegen.

## Anatomie

De kruisbanden bevinden zich in de knie ter hoogte van de intercondylaire ruimte (tussen de 2 dijbeen rolkammen). Ze worden kruisbanden genoemd omdat ze zowel zijdelings als in vooraanzicht met elkaar kruisen. De voorste kruisband is een van de belangrijkste stabilisatoren van de knie. De band belet voorwaartse verplaatsing, interne rotatie en overstrekken van het scheenbeen. Hij bestaat uit 2 delen en loopt van achteraan het dijbeen doorheen de dijbeen rolkammen naar voraan op het scheenbeen.



*V= voorste kruisband*

*C= achterste kruisband*

*Fe= dijbeen(femur)*

*Ti= scheenbeen(tibia)*

*ICN=intercondylaire notch(ruimte tussen dijbeenrolkammen)*

## Oorzaken

We onderscheiden 3 groepen van patiënten

### Groep 1: Op elke leeftijd en in elke gewichtsklasse.

Een plotse en traumatische optredende ruptuur tgv korte draai tijdens het lopen of bij plots overstrekken van de knie.

### Groep 2: Op middelbare leeftijd(3-7 jaar)en vnl bij dikke honden.

Een plots optreden bij minimale belasting zonder duidelijk aantoonbare oorzaak. Vaak beiderzijds. Bij weefselonderzoek blijken er aantoonbare degeneratieve veranderingen in de kruisband aanwezig te zijn die zorgen voor een mindere kwaliteit van de vezels en daar door sneller scheuren.

### Groep 3: Grote jonge rassen (vanaf 1 jaar).

Vaak een voorgeschiedenis van terugkerend mild manken, rassen met een te steile stand van de knie(rottweiler, bernese sennen, labrador, new foundlander...)

Letsels van de band hebben meestal te maken met een overbelasting, er zijn echter een paar factoren die zorgen voor meer belasting dan normaal.

#### 1. Patellaluxatie

Als de knieschijf naast haar normale groeve ligt komt er meer kracht op de kruisband te staan.

#### 2. Immuungemedieerde oorzaken

Deze worden soms aangehaald als mogelijke oorzaak van verminderde kwaliteit van de kruisband en daardoor verhoogd risico op scheuren.

#### 3. Anatomische variaties in het kniegewricht.

- De breedte van de intercondylaire notch (ruimte tussen de beide dijbeenrollkammen). Hoe nauwer de ruimte is waarin de kruisbanden lopen hoe meer kans op overbelasting t.g.v. wrijving.
- De helling van het tibial plateau  
Dit is de helling van het contactoppervlak van het dijbeen op het scheenbeen. Hoe steiler de helling, hoe meer krachten er op de voorste kruisband gaan inwerken. De helling zorgt bij belasting er voor dat het scheenbeen ten op zichten van het dijbeen naar voren wordt weg gedrukt, dit heet de voorwaartse glijdende kracht. Deze kracht wordt tegen gewerkt door de voorste kruisband en door de spieren die aanhechten op de achterkant van het scheenbeen. Normaal draagt de helling ongeveer 21-25 graden. Hoeken die groter zijn dan 25 – 30 graden hebben een groter risico op kruisbandproblemen door toegenomen belasting.



TPS = helling van tibial plateau, witte pijl= voorwaartse stuwkracht van scheenbeen

- Een steile stand van het kniegewricht.  
Bij deze stand komt het plateau van het scheenbeen nog schuiner te staan tov het grondoppervlak. Tevens is de tegenwerkende kracht vanuit de spieren die aanhechten op de achterzijde van het scheenbeen kleiner. Een steile stand vergroot dus de stress op de kruisband.

#### **4. Overgewicht**

Het is evident dat honden met overgewicht een grotere en zwaardere belasting hebben van alle gewrichten, dus ook op de kruisbanden.

### **Gevolgen**

1. Meniscusletsels  
Bij een voorste kruisband ruptuur gaat t.g.v. de instabiliteit de binnenste meniscus scheuren. De buitenste meniscus scheurt zelden omdat deze meer beweeglijk is. Door compressie en wrijving ontstaat een scheur in de meniscus wat vaak als klik te horen is bij het stappen. Algemeen wordt aanvaard dat een niet chirurgisch behandelen van een kruisband ruptuur onherroepelijk leidt tot meniscusletsels.
2. Artrose  
Men kan stellen dat een onbehandelde kruisband ruptuur verder evolueert tot een artrotisch gewricht. Honden die zwaarder zijn dan 15 kg hebben een slechtere prognose met meer artrose ontwikkeling dan lichtere honden. Tot nu toe is er geen enkele techniek bekend die de artrose ontwikkeling kan stoppen, maar chirurgie beperkt wel de verdere ontwikkeling van artrose en beperkt meniscusletsels

## Behandeling

De behandeling kan conservatief zijn of chirurgisch.

### 1. Conservatie behandeling

Deze bestaat uit rust en ontstekingsremmers en is meestal niet succesvol op lange termijn. Hierbij krijgt men meestal een verhaal van beterschap na rust maar plotse herval bij het spelen. De prognose met deze behandeling is beter voor kleine honden die minder dan 15 kg wegen en een partiële scheur van de kruisband hebben.

### 2. Chirurgische behandelingen

Hierbij kan men onderscheid maken tussen de nieuwe en de oudere technieken.

#### Oudere technieken

Er bestaan meer dan 100 technieken:

De chirurgie bestaat meestal uit het openmaken van de knie, het opruimen van de gescheurde bandresten, inspectie en behandeling van de meniscusletsels, gevolgd door een stabilisatie van de knie. Deze stabilisatie gebeurt door of de fascie op te spannen of door in of buiten het gewricht banden aan te leggen. De banden zijn van lichaamseigen (fasciastrip) of lichaamsvreemd (nylon) materiaal.



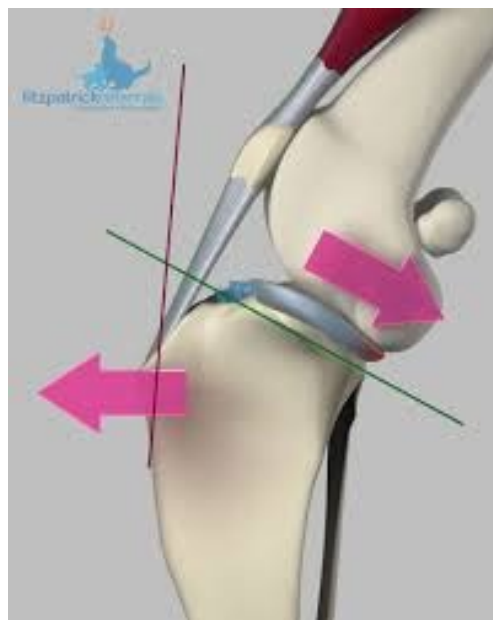


Illustrations of a Tigtrope® CCL surgical procedure taken from the Arthrex® Vet Systems procedure manual. Used with permission.

Een variatie hierop zijn de nieuwere isometrische band technieken. De anatomische locatie van de banden is op dergelijke wijze dat er een natuurlijke beweeglijkheid mogelijk is zonder al te veel abnormale spanning op de band. Tight Rope , Fastack, Corkscrew etc...

### Nieuwere technieken (zaag technieken)

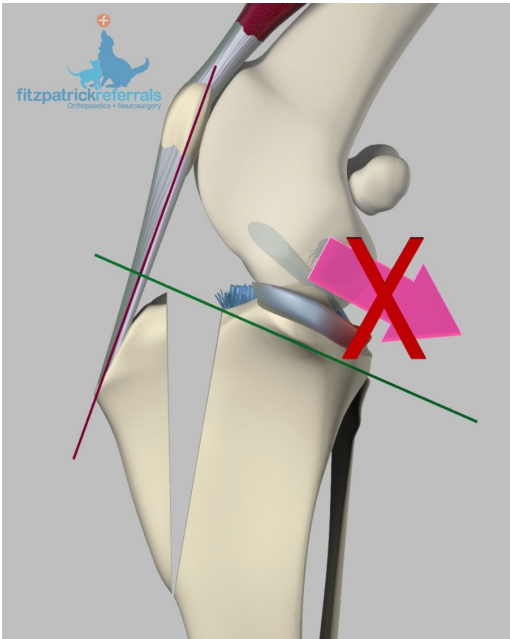
Hierbij wordt de biomechanica van de knie veranderd zodat er eigenlijk geen voorste kruisband meer nodig is. Het principe gaat uit van het feit dat een hond in tegenstelling tot een mens een steil (schuin) tibia plateau heeft waarbij er constant krachten inwerken die het scheenbeen naar voor en het dijbeen naar achter willen verplaatsen.



### TTA: TIBIAL TUBEROSITAL ADVANCEMENT

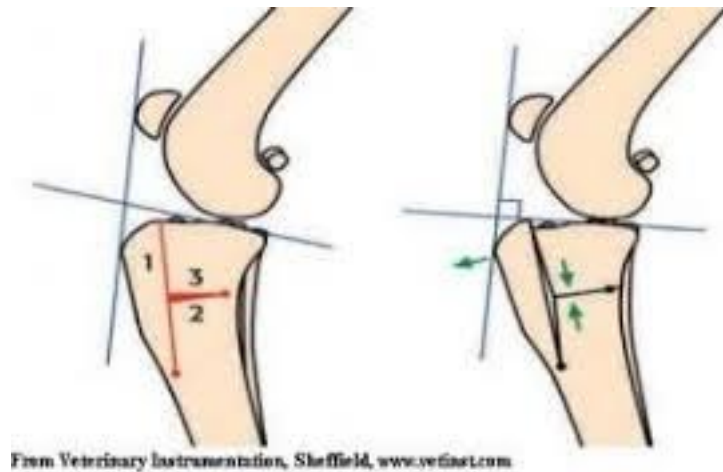
Dit is een techniek waarbij men de aanhechting (patella band) van de knieschijf op het scheenbeen (tuberositas tibia) naar voor en soms iets omlaag gaat verplaatsen. Op het moment dat het plateau van het

scheenbeen loodrecht komt te staan op de patella band wordt de knie stabiel. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een speciale kooi (TTA RAPID) of een kooi icm een plaat (TTA 1).



## TTO: TRIPLE TIBIAL OSTEOTOMY

TTO is een techniek van combinatie van TTA en TPLO. Hierbij wordt het plateau gekanteld en de tuberositas van het scheenbeen verplaatst. Deze techniek wordt nog zelden uitgevoerd.



## CBLO: Cora Based Leveling Osteotomy

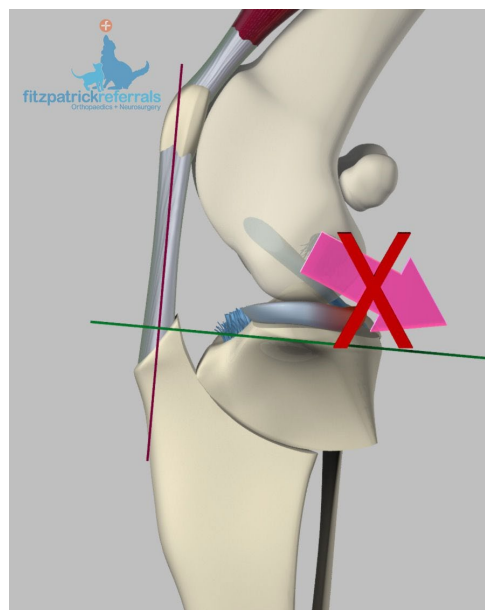
Bij deze techniek wordt er een correctie toegepast op de steunassen van het scheenbeen.



## TPLO : TIBIAL PLATEAU LEVELING OSTEOTOMY

Indien men de overbelasting van de voorste kruisband kan doen verdwijnen dan pas is men oorzakelijk aan het behandelen. Deze overbelasting is onder andere afhankelijk van de helling van het plateau (contactoppervlak) van het scheenbeen.

De TPLO techniek baseert zich op het wegnemen van de voorwaartse stuwkracht van het scheenbeen door de vermindering van de plateauhellings van het scheenbeen. Hierdoor verdwijnt bij een normale beweging van de knie de belasting op de voorste kruisband. Het hertekenen van de anatomie van de knie veroorzaakt dus een evenwicht tussen gewichtsbelasting en de actieve spierkrachten en elimineert de noodzaak voor verdere stabilisatie.



Technische uitvoering: het bovenste deel van het scheenbeen wordt cirkelvormig losgezaagd. Daarna wordt dit stuk inclusief het plateau gekanteld tot dat de helling ideaal ongeveer 5-8 graden bedraagt, (maximaal 14 graden en minimaal 0 graden) dit is de helling waarbij de knie stabiel wordt en de belasting op de kruisband is geëlimineerd. Daarna wordt het geheel gefixeerd met een TPLO plaat en schroeven. De meniscus wordt via een minisnede geïnspecteerd.





De nazorg bedraagt 3 a 3,5 maanden revalidatie aan de lijn, de eerste 6 weken wordt de beweging beperkt tot meermaals maximaal 5 minuten aangelijnd stappen. De daarop volgende 7 weken kan gestart worden met een trainingsprogramma waarbij de beweging progressief wordt opgedreven.

#### Voordelen TPLO tov TTA

- TPLO ook uit te voeren bij TPA groter dan 28 grdn in tegenstelling tot TTA
- Bij honden kleiner dan 5 kg is een TTA niet mogelijk
- Bij zeer zware honden( meer dan 60kg) is een TPLO veiliger dan een TTA: minder kans op uitbreken
- Bij een TPLO kunnen gelijktijdig standcorrecties gebeuren
- TTA is niet mogelijk bij lage inplanting van de tuberositas tibia.
- TTA is niet geschikt bij Patella Baja

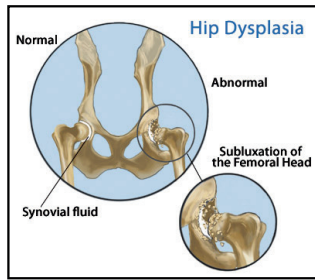
#### Grote voordelen nieuwe TPLO Titanium implants tov medisch staal.

- Minimal Contact Plaat: minder bot contact en dus minder beschadiging van de periostale vascularisatie geeft minder kans op infectie
- Sneller herstel wegens distaal mono corticale schroeven en dus minder beschadiging van de endostale vasularisatie
- Design: (ruwe onderkant) hoe ruwer de onderkant hoe minder de weke delen reactie op de implant en hoe minder kans op infectie
- Bij stalen plaat ligt een vloeibaar laagje tas plaat en weke delen met meer risico op infectie
- Titanium platen hebben een >10 X hogere infectiedruk nodig om het zelfde aantal bacteriën te kweken als bij een stalen plaat.
- Advanced Locking plaat: minder kans op loslating van de schroeven en betere anatomische configuratie

De meest voorkomende complicaties bij de nieuwe technieken indien goed uitgevoerd zijn.

- Meniscus scheuren na de operatie
- Overbelasting en tendinitis van de patella band
- Infectie van de wonde: vaak door likken of bijten aan de wonde
- Seroma: opstapeling van wondvocht
- Implant irritatie
- Uitbreken van schroeven

# DOG-STEM<sup>Grade IV</sup>®



Advanced stem cell therapy

for cartilage regeneration

in dogs

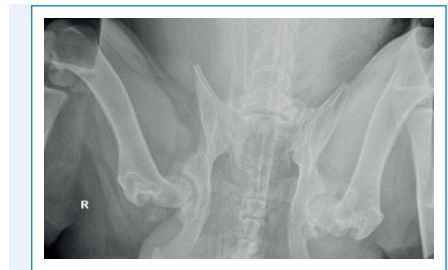
A PRODUCT OF:  
**FAT**  
STEM

## The product

**Dog-Stem<sup>Grade IV</sup>®** is an advanced stem cell product derived from the dog's own adipose tissue. It is used for the treatment of dogs with severe osteoarthritis (grade IV) due to dysplasia. **Dog-Stem<sup>Grade IV</sup>®** is developed to treat severe kinds of dysplasia with chronic pain and persistent lameness with functional moving disabilities due to cartilage defects.

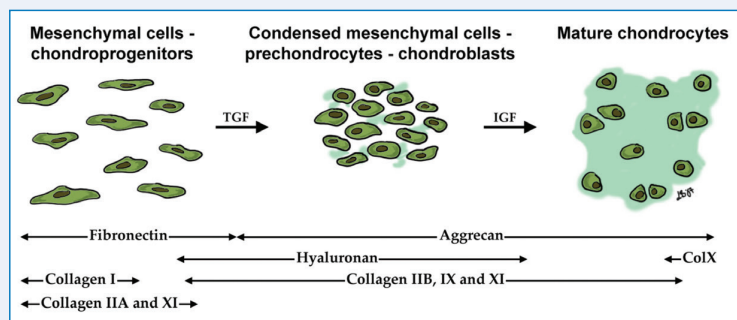
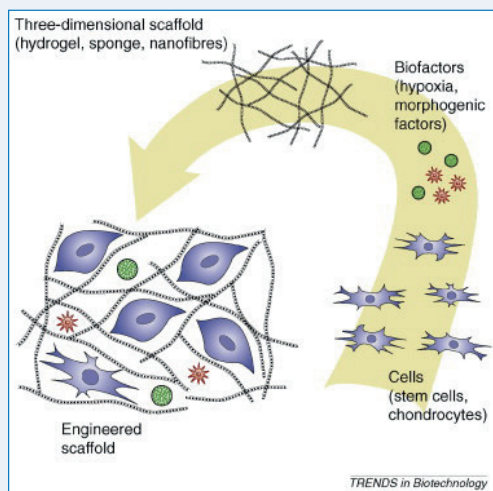
## Dysplasia in dogs

Degenerative joint disease due to dysplasia is characterized by progressive cartilage deterioration, subchondral bone remodeling, loss of joint space and loss of joint function. Clinical manifestations include joint pain and physical impairment, and surrounding tissues are often affected with local inflammation. This process is a vicious cycle. The normal repair process of damaged cartilage will result in fibro-cartilage, the joint's equivalent of scar tissue. This scar tissue is less comfortable, of inferior quality, more immobile, and more prone to re-injuries.

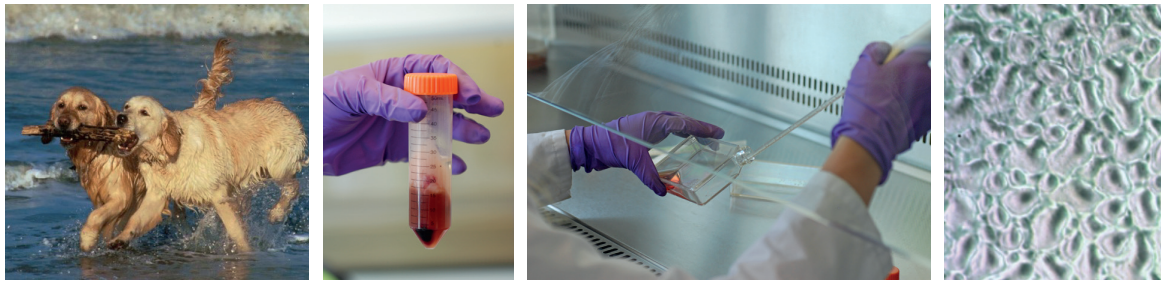


## Mode of action

**Dog-Stem<sup>Grade IV</sup>®** product formulation contains pre-differentiated stem cells in an extracellular matrix (ECM) supplemented with autologous growth factors which stimulate cartilage formation and regeneration of the subchondral joint surface. In addition the stem cells exert anti-inflammatory and anti-apoptotic effects and activate the body's own stem/progenitor cells, thereby stimulating local tissue repair. The neo-cartilage is hyaline expressing mainly collagen II in a suitable matrix promoting the biomechanical score of the joint. Additional growth factors enhance levels of aggrecans and type II collagen in the ECM, stimulating chondrogenic differentiation of the stem cells.



*Hyaluronic acid (HA) is a polysaccharide found in normal cartilage. A HA-hydrogel scaffold favors the attachment of cells normally found in joint tissue, as well as exogenous cells embedded in the delivery vehicle. In the scaffold under appropriate cues the stem cells undergo chondrogenic differentiation and the resulting construct initiates cartilage repair 'in vivo'.*



## How to use

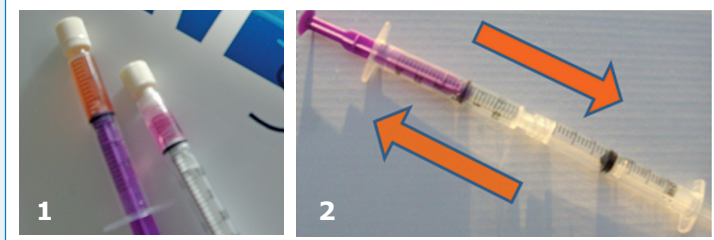
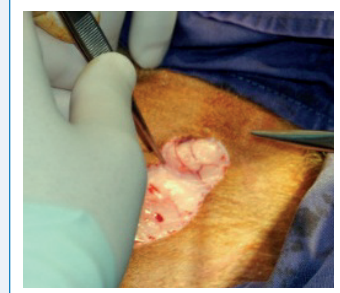
### 1. SAMPLING

Fat-Stem provides a kit to collect the adipose tissue biopsy and blood. An abdominal or inguinal subcutaneous fat sample (20-30g) is collected under local anesthesia and in aseptic sampling conditions. After processing in our laboratories, the product is sent to the veterinary clinic for injection the same day.

### 2. INJECTION

The patient is lightly re-anaesthetized, the joints are surgically prepared and joint fluid is aspirated to ensure correct placement of the needle.

The delivered product contains a dual set of syringes for one injection by mixing the content of two fitting syringes: one syringe contains the pre-differentiating stem cells in an appropriate matrix that is linked with a second syringe that allows polymerization in addition of growth factors and supplements resulting in a perfect viscous solution. The final mixed solution (3 ml) will solidify and has to be injected within 7 minutes.



### 3. AFTER CARE

After injection, routinely bandage the joint if possible for a few days.

The dog should be kept on three days of bench rest, followed by 10 days of controlled movement walking exercise. A total revalidation period of 2 months avoiding uncontrolled movements is essential and will improve the quality of regeneration. Follow-up is advised to evaluate improvements after 3 months.

## Results

Treatment with **Dog-Stem<sup>GradeIV</sup>** consists of a one-time injection leading to significant improvement within a few months. The product directly manages pain, discomfort and inflammation associated with DJD and effectively heals cartilage defects in dogs with dysplasia thereby improving mobility and quality of life.

***Dog-Stem<sup>GradeIV</sup> is a long-term regenerative product for cartilage repair in degenerative joints after dysplasia. Dog-Stem<sup>GradeIV</sup> has been developed by Fat-Stem Laboratories and is marketed through its partners in different EU countries.***



### TPLO vs TTA vs ECR as surgical options for cranial cruciate ligament tears



Surgical options currently available for the management of canine cranial cruciate ligament tears include osteotomy procedures e.g. tibial plateau levelling osteotomy (TPLO) and tibial tuberosity advancement (TTA), and extra-capsular repairs (ECR) e.g. various lateral suture techniques, including more recent innovations such as the "tightrope" procedure. Unfortunately, there is a wealth of misinformation regarding these procedures; the purpose of this article is to reflect the veterinary literature as it currently stands by highlighting the published results of scientific studies conducted by veterinary researchers. The publication by *Duerr et al* presents a particularly compelling finding; amongst board-certified veterinary orthopaedic surgeons, there is an overwhelming preference for TPLO over TTA. This is supported by a growing number of publications in the veterinary literature which present objective evidence of superior results for TPLO vs TTA and ECR.



The excerpts presented below highlight key findings and/or sentiments of their respective publications. We would encourage reading all the information presented, and ideally each paper in its entirety.

Methodology: PubMed literature search for papers published since 2010 comparing surgical techniques for the management of cranial cruciate ligament tears in dogs. Search terms "TTA TPLO", "Canine cruciate ligament". Pubmed can be found here: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)

#### TPLO vs TTA vs ECR: key points from the literature

For a medium sized dog with a complete cranial cruciate ligament tear:

- \* 71% of ACVS board-certified surgeons recommended TPLO
- \* 15% recommended TTA

*Duerr et al*

"the TPLO group was the only surgical group to achieve normal function"

*Krotscheck et al*

"TPLO is a more appropriate recommendation for active patients, if not for all patients considering an osteotomy procedure."

*Krotscheck et al*

"TPLO and TR were superior to TTA in terms of dogs achieving full function"

*Christopher et al*

"TTA was associated with the most complications, including the highest rates of major complications and meniscal tears"

*Christopher et al*

"In our opinion TTA is not the best treatment for correction of cranial cruciate ligament disease in patients with TPA above 25°"

*Ferreira et al*

"Kinematic and owner satisfaction results indicated dogs that underwent TPLO had better outcomes than those that underwent LFS"

*Gordon-Evans et al*

#### Treatment of canine cranial cruciate ligament disease: A survey of ACVS Diplomates and primary care veterinarians

*F. M. Duerr; K. W. Martin; M. Rishniw; R. H. Palmer; L. E. Selmic Vet Comp Orthop Traumatol. 2014*

**Method:** Survey of ACVS board-certified surgeons (diplomates) and primary care practitioners.

For a medium sized dog with a full CCL tear what is your recommended treatment of choice?

- 71% of ACVS board-certified surgeons recommended TPLO
- 15% recommended TTA
- 6% Extra-Capsular (lateral suture)
- 2 % Tightrope

For a medium sized dog with a partial CCL tear what is your recommended treatment of choice?

- 69% of ACVS board-certified surgeons recommended TPLO
- 14% recommended TTA
- 5% Extra-Capsular (lateral suture)
- 2 % Tightrope

ACVS diplomates were asked how they had treated or advised treatment for a dog owned by themselves, a family member or friend? (All weight ranges included):

TPLO 64% Extra-Capsular 15% TTA 10% tightrope 2%

#### Long-Term Functional Outcome of TTA vs TPLO and Extracapsular Repair in a Heterogeneous Population of Dogs

*Krotscheck U, Nelson SA, Todhunter RJ, Stone M, Zhang Z. Vet Surg. Feb 2016*

**Method:** Force plate analysis preoperatively, then 2 weeks, 8 weeks, 6 months and 12 months.

**Results / Discussion:** Our results demonstrate that at the walk, both the TTA and TPLO group achieved normal function, albeit the TPLO achieved normalcy earlier than TTA. The ECR group did not achieve normal function at the walk. **At the trot, the TPLO group was the only surgical group to achieve normal function** when compared to the heterogeneous control group, whereas the TTA and ECR groups did not.

**Conclusion:** Our results lead us to believe that the **TPLO is a more appropriate recommendation for active patients, if not for all patients considering an osteotomy procedure.** As there is no difference at the trot between TTA and ECR (lateral suture), surgeons should consider carefully which of these procedures is preferable when taking into account client cost and surgical risk.

#### Comparison of long-term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs

*Christopher SA VMD, CCRP; Beetem J RVT, CCRP; Cook JL, DVM, PhD, DACVS, DACVSMR Vet Surg. April 2013*

**Method:** Retrospective clinical cohort study.

**Results:** TTA was associated with significantly higher rates of major complications and subsequent meniscal tears than TPLO and TR, and TPLO had significantly higher rates of major complications and meniscal tears than TR. Significantly more TPLO and TR cases were classified as reaching full function than TTA. The highest levels, frequency, and severity of pain were noted in TTA cases.

**Conclusion:** **TPLO and TR were superior to TTA** in terms of dogs achieving full function, TR was associated with the fewest complications, and **TTA** was associated with the most complications, including the highest rates of **major complications and meniscal tears.**

Disclosure: Dr. James Cook is a patent holder on and receives royalties related to TightRope CCL

#### Short-term comparison of tibial tuberosity advancement and tibial plateau levelling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament disease using kinetic analysis

*Márcio P. Ferreira; Cássio R. A. Ferrigno; Alexandre N. A. de Souza; Daniela F. I. Caquias; Adriana V. de Figueiredo Vet Comp Orthop Traumatol 3/2016*

**Method:** Dogs were divided into two groups in a **non-random** fashion. Dogs with tibial plateau angle (TPA) < 25 degrees received TTA (mean TPA=22.33). All dogs with TPA > 25 degrees underwent TPLO (mean TPA=28.13). Barpodometry was carried out pre-operatively, then at 14,30,60 and **90 days** to assess ground reaction force distribution **at a walk.**

**Discussion:** We rejected our hypothesis that TPLO would yield better weight bearing out- comes on baropodometry than TTA at 90 days after surgery, **which probably was because of the short follow-up time period. It was previously demonstrated that six months after surgery there were better results with TPLO in comparison with lateral extracapsular suture and in comparison with TTA after (six months to) one year.**

In our opinion, **TTA is not the best treatment for correction of cranial cruciate ligament disease in patients with TPA above 25°.** Similar recommendations have been made by Kim and colleagues, Ferrigno and colleagues, and Vezzoni..... we chose to restrict the correction of cranial cruciate ligament disease by TTA to dogs with a TPA below 25° (in this study). Therefore the preoperative TPA differed significantly between the TPLO and TTA groups. ....Hence, findings in this group should be considered in the light of the smaller TPA, and not extrapolated to dogs with higher TPA treated by the same procedure. Also, a **recent study suggested that the outcome following TTA is worse in dogs with a TPA greater than 28°, compared with TPLO.**

**Conclusion:** Tibial plateau levelling osteotomy and TTA (patients with TPA below 25°) were associated with equally improved weight bearing (at 90 days) in dogs affected with unilateral cranial cruciate ligament disease, **under the conditions studied.**

#### Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau levelling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease

*Gordon-Evans WJ; Griffon DJ; Bubb C, Knap KM; Sullivan M, Evans RB J Am Vet Med Assoc Sept 2013*

**Method:** Randomised blinded controlled clinical trial. All dogs were randomly assigned to undergo LFS (n = 40) or TPLO (40). Outcome measures were determined prior to surgery and at 6 and 12 weeks and 6 and 12 months after surgery.

**Results:** Peak vertical force of affected hind limbs at a walk and trot was 5% to 11% higher for dogs in the TPLO group versus those in the LFS group. Owner satisfaction ratings at 12 months after surgery were significantly different between groups; 93% and 75% of owners of dogs in the TPLO and LFS groups indicated a satisfaction score ≥ 9 (scale, 1 to 10), respectively.

**Conclusion:** Kinematic and owner satisfaction results indicated dogs that underwent **TPLO had better outcomes** than those that underwent LFS.