



UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

**DECANATO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA SALUD
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESPECIALIDAD EN MEDICINA Y CIRUGÍA DE PERROS Y GATOS**

**Planeación radiográfica preoperatoria y verificación postoperatoria en
perros con ruptura del ligamento craneal cruzado, tratados con
osteotomía niveladora del plato tibial (TPLO) utilizando el planeador
ortopédico veterinario profesional (Vpop Pro)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN MEDICINA Y CIRUGÍA
DE PERROS Y GATOS**

PRESENTA:

MVZ. EINAR RICARDO SOSA SALAS

DIRECTOR:

MVZ. M EN C. GABRIEL IGNACIO RAMÍREZ FLORES

PUEBLA, PUEBLA., ENERO 2024



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ANEXO 1. Liberación de Tesis

Dra. en C. Alicia Pamela Pérez Sánchez
Coordinadora de la Especialidad en Medicina y Cirugía en Perros y Gatos
Universidad Popular Autónoma del Estado Puebla

PRESENTE

Por este medio hago de su conocimiento que la tesis con título: “Planeación radiográfica preoperatoria y verificación postoperatoria en perros con ruptura del ligamento craneal cruzado, tratados con nivelación del plato tibial (TPLO) utilizando el planeador ortopédico veterinario profesional (Vpop Pro)” que presenta el egresado Einar Ricardo Sosa Salas de la Especialidad en Medicina y Cirugía en Perros y Gatos con número de ID 3480444 y número de matrícula 16440055 ha sido revisada y cuenta con la metodología adecuada, además se ha comprobado que la información de este trabajo es original, salvo la información aportada de las fuentes bibliográficas, este escrito fue revisado por el programa anti plagio Turnity y se anexa reporte a este documento, a fin que el alumno realice el examen correspondiente para la obtención de su Diploma de Especialista., Sin otro particular, envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“LA CULTURA AL SERVICIO DEL PUEBLO”



M en C. Gabriel Ignacio Ramírez Flores
Profesor de Cirugía ortopédica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de
Puebla

Puebla, Pue., 14 de diciembre de 2023



El presente documento titulado “PLANEACIÓN RADIOGRÁFICA PREOPERATORIA Y VERIFICACIÓN POSTOPERATORIA EN PERROS CON RUPTURA DEL LIGAMENTO CRANEAL CRUZADO, TRATADOS CON OSTEOTOMÍA NIVELADORA DEL PLATO TIBIAL (TPLO) UTILIZANDO EL PLANEADOR ORTOPÉDICO VETERINARIO PROFESIONAL (VPOP PRO)” fue supervisado y aprobado por el comité asignado para el examen de posgrado, por lo que no hay inconveniente para que la sustentante **Einar Ricardo Sosa Salas** con ID 3480444 y número de matrícula 16440055, quien ha sido dirigida y orientada por el MVZ. M en C. Gabriel Ignacio Ramírez Flores, promueva la obtención del título profesional de **ESPECIALISTA EN MEDICINA Y CIRUGÍA DE PERROS Y GATOS**.

M en C. Gabriel Ignacio Ramírez Flores*

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'GIR', written over a horizontal line.

MVZ EMCPyG Erik del Barrio García*

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Erik del Barrio García', written over a horizontal line.

Dra. Alicia Pamela Pérez Sánchez*

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Alicia Pamela Pérez Sánchez', written over a horizontal line.

* Catedráticos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UPAEP.

“LA CULTURA AL SERVICIO DEL PUEBLO”

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ileana Zorhaya Martínez Ramos', written over a horizontal line.

DRA. ILEANA ZORHAYA MARTÍNEZ RAMOS

DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ileanazorhaya.martinez@upaep.mx

PUEBLA, PUEBLA, 16 DE ENERO 2024

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Ricardo y Edith por estar presentes con amor, cariño, y siempre apoyarme en todos mis proyectos.

A mis hermanas, Emilia y Sofía por su infinito amor, esper les sirva de inspiración para siempre crecer y lograr todo lo que se propongan.

A mis abuelos, Alicia y Marciano por siempre creer en mí.

También a mi novia Daniela, por su amor y apoyo incondicional.

Agradezco a todas las amistades y profesores que estuvieron involucrados en esta etapa de mi vida y sus grandes aportaciones.

Índice

1. Resumen.....	1
2. Glosario de abreviaturas	2
3. Introducción	3
4. Revisión de literatura	5
4.1. Ligamento craneal cruzado (LCC).....	5
4.2. Ruptura de ligamento craneal cruzado.....	6
4.3. Factores de riesgo.....	7
4.4. Signos clínicos	7
4.5. Métodos diagnósticos.....	7
4.5.1. Radiografías	8
4.5.2. Ecografía.....	8
4.5.3. Tomografía computarizada y resonancia magnética.....	8
4.6. Tratamiento	9
4.6.1. Tratamiento conservador/médico	9
4.6.2. Tratamiento quirúrgico	9
4.6.3. Osteotomía niveladora del plato tibial (TPLO).....	10
4.7. Uso de software para la planeación de cirugías ortopédicas	11
4.7.1. Software Vpop Pro	11
5. Planteamiento del problema	12
5.1. Pregunta de investigación	12
5.2. Justificación.....	12
5.3. Objetivo general	13
5.4. Objetivo específico	13
6. Hipótesis	14

7. Materiales y métodos.....	15
7.1. Tipo y diseño de investigación	15
7.2. Grupos de estudio	15
7.3. Muestra	15
7.4. Criterios de Selección	16
7.5. Procedimiento del estudio	16
7.6. Análisis estadístico	20
8. Resultados.....	22
9. Discusión	28
10. Conclusiones	30
11. Referencias.....	31

1. Resumen

La lesión ortopédica más común en el perro es la ruptura de ligamento craneal cruzado (rLCC). Cada perro tiene un ángulo de plato tibial (TPA) distinto. No existe una patogenia establecida sobre la ruptura del ligamento craneal cruzado, esta puede ser traumática o degenerativa, en cualquiera de los casos previamente se presenta un cierto grado de degeneración y puede o no haber signos clínicos. La finalidad de los tratamientos médicos/quirúrgicos es evitar la rápida progresión de la osteoartritis, reducir el dolor, reducir la inflamación y reestablecer la funcionalidad de la rodilla del miembro o miembros afectados. Con la osteotomía niveladora del plato tibial se busca modificar el TPA. En medicina humana los planeadores quirúrgicos se utilizan cada vez con mayor frecuencia y para este trabajo se utilizó el software Vpop pro. Este programa fue creado en Inglaterra por el médico veterinario ortopedista Rory Paton en colaboración con colegios de médicos cirujanos de la Unión Europea, la muestra fue de 52 casos proporcionados por Hospital Veterinario de Especialidades Bruselas, se obtuvieron 20 variables a las cuales se realizó un análisis estadístico con dos grupos de estudio, que fueron médicos con experiencia en el uso del programa y médicos sin experiencia. Se ejecutó la prueba de T student y Wilcoxon con lo que se determinó la significancia estadística y se comprobó que el software VpopPro pudo ser utilizado por médicos sin experiencia, únicamente con la guía de un videotutorial.

2. Glosario de abreviaturas

Abreviatura	Significado
LCC	Ligamento craneal cruzado
rLCC	Ruptura de ligamento craneal cruzado
TPA	Ángulo del plato tibial
TPLO	Osteotomía niveladora del plato tibial
D1	Distancia de seguridad 1
D2	Distancia de seguridad 2
D3	Distancia de seguridad 3
D4	Distancia de seguridad 4
D5	Distancia de seguridad 5
TTA	Adelantamiento de la tuberosidad tibial
CBLO	Osteotomía niveladora basada en el CORA
CTWO	Osteotomía tibial craneal en cuña
MVZ	Médico Veterinario Zootecnista
pre	Preoperatorio
post	Postquirúrgico
Exp	Grupo Expertos
Inexp	Grupo Inexpertos

3. Introducción

La lesión ortopédica más común en el perro es la ruptura de ligamento craneal cruzado (rLCC). Cada perro tiene un ángulo de plato tibial (TPA) distinto, sin embargo; se ha determinado que los ángulos pueden ser de 24° con una variación de +/- 3.19°, hablando del plato tibial medial (Sabanci & Ocal, 2014). Algunos autores han descrito que el ángulo puede ser de 18° hasta 26° (Seo et al., 2020). Este ángulo es de importancia para poder realizar la corrección de rLCC. Hay autores que hablan de TPA excesivo hasta 31° (Fox et al., 2020, Todorović et al., 2022), incluso se mencionan TPA de hasta 36.3° (Brioschi & Arthurs 2021).

Existen diversos procedimientos con los cuales se puede corregir la rLCC, sin embargo; el procedimiento de osteotomía niveladora del plato tibial (tibial plateau leveling osteotomy o TPLO) ha tomado popularidad debido a su éxito postquirúrgico, aunque es un procedimiento más costoso que otros métodos debido a la utilización de materiales y la complejidad en su realización. Por esto existen herramientas que facilitan los procedimientos ortopédicos para la planeación quirúrgica (Milovancev & Schaefer, 2010).

El programa Vpop Pro fue creado por Rory Paton, -veterinario ortopeda británico-, para realizar planeaciones quirúrgicas ortopédicas de rodilla y fracturas, se utilizó para planeación de la técnica de osteotomía niveladora del plato tibial para la corrección de la inestabilidad de la rodilla causada por la ruptura de ligamento craneal cruzado. El programa es de fácil acceso y amigable para cualquier médico veterinario ya sea que no hayan tenido contacto con el programa o que ya poseen experiencia en su utilización.

En este trabajo se evaluaron las variaciones que existieron en las mediciones en estudios radiográficos que fueron realizadas por médicos veterinarios Expertos y se compararon con los valores obtenidos por médicos veterinarios con nula o escasa experiencia en el uso del programa Vpop Pro y de esta forma poder concluir si la experiencia es un factor que modifica la planeación y cálculo del ángulo del plato tibial, el diámetro del corte radial, tamaño del implante y distancias de seguridad: D1, D2, D3, D4, D5, ángulo de rotación y mm de rotación. Se realizaron análisis comparativos en el cálculo de las mediciones y se obtuvieron 20 parámetros de cada uno de los 52 casos analizados en planes prequirúrgicos y resultados postoperatorios de TPLO de perros.

Se practicaron sumatorias para la detección de estadística básica: obteniendo mínimos, máximos, así como promedios de médicos veterinarios con experiencia y médicos veterinarios sin experiencia (es decir que los médicos veterinarios Expertos hayan realizado más de 50 mediciones y los médicos veterinarios Inexpertos menos de 5 mediciones).

Se compraron grupo de Expertos con grupos de Inexpertos.

Los Inexpertos se instruyeron con un video obtenido en YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=2yTwhJqCCrM>) para seguirlo paso por paso.

En medicina humana existen diversos softwares para la planeación quirúrgica maxilofacial, se ha determinado que facilitan el procedimiento quirúrgico debido a una predicción de resultados, para esto se obtiene una planeación y la cirugía se realizará lo más cercano a esta (Farrell et al., 2014).

4. Revisión de literatura

4.1. Ligamento craneal cruzado (LCC)

El ligamento craneal cruzado se origina en el cóndilo lateral del fémur, recorre de manera diagonal la articulación y se inserta craneal al área intercondílea del plato tibial, se compone de dos porciones, la porción craneomedial y la porción caudolateral, esto por su relación en la meseta tibial. La banda craneomedial es la más larga (de Rooster et al., 2010).

El ligamento es una estructura multifasciculada que está compuesta predominantemente de fibras de colágeno con una organización de hasta 10 subfascículos. Microscópicamente generan una organización helicoidal con excepción de las zonas donde se unen con el cartílago (Fox et al., 2020).

El ligamento está cubierto de líquido sinovial y no presenta nutrición vascular directa, sino que; es por nutrición directa a la articulación por medio de la arteria genicular, la cual recorre la fosa intercondilar y pasa entre los ligamentos cruzados. El cojinete graso de la articulación femorotibiopatelar y las membranas sinoviales están muy bien vascularizadas y estas envuelven al ligamento, es la principal fuente de aporte (de Rooster et al., 2010).

En la parte de la inervación, está dada por el nervio safeno, nervio tibial y el nervio peroneal. El ligamento puede resistir fuerzas que generarían rotación y desplazamiento de la tibia con relación al fémur (de Rooster et al., 2010).

La articulación de la rodilla es sumamente compleja, ya que permite diferentes movimientos, como lo son: flexión, extensión y rotación. El ligamento craneal cruzado presenta un papel importante para mantener congruencia entre esos movimientos (Spinella et al., 2021).

4.2. Ruptura de ligamento craneal cruzado

La ruptura del LCC en los perros es una patología muy común, se menciona que es la lesión más frecuente e importante de los miembros pélvicos, y aproximadamente el 2.55% de la población canina es diagnosticada con este padecimiento (Fox et al., 2020).

Las lesiones de ligamentos se pueden clasificar en grados, esto depende de la severidad de la lesión, siendo desde grado I hasta grado III. El grado I es cuando hay daño en ligamento, sin embargo; este daño no ocasiona inestabilidad articular y se asocia a daño en tejido ligamentoso, en el grado III existe una desestabilización articular secundaria al daño en el ligamento (Muir, 2010).

Existe ruptura parcial del ligamento, la cual se debe a que la banda caudolateral ostenta inestabilidad articular en la prueba de cajón, cuando se presenta un movimiento menor o igual a 3mm. Este movimiento puede llegar a ser imperceptible en el examen ortopédico, sin embargo; la prueba que puede llegar a confirmar un diagnóstico temprano es la prueba de compresión tibial (Muir, 2010).

En los caninos no existe una patogenia establecida sobre la ruptura del ligamento craneal cruzado, esta puede ser traumática (1 de cada 10 casos) o degenerativa, en cualquiera de los casos previamente se presenta un cierto grado de degeneración y puede o no haber signos clínicos. Aunque es más común la presentación degenerativa; se describe la cuestión por algún traumatismo, sin la necesidad de presentar degeneración previa (Fischer, 2014).

Estudios recientes consideran a la rodilla una articulación compleja la cual puede presentar cambios idiopáticos que derivan en la rotura espontánea del ligamento craneal cruzado (Niebauer & Restucci, 2023).

Se ha publicado que la ruptura del ligamento craneal cruzado llega a ser bilateral y se menciona que esto ocurre hasta en un 30% de los perros, sin embargo; esto no se presenta al mismo tiempo (Townsend et al., 2018), también se han documentado trabajos en los cuales se menciona que hasta el 50% de los casos se rompe el ligamento contralateral (Niebauer & Restucci, 2023).

4.3. Factores de riesgo

Existen factores predisponentes para la ruptura del ligamento craneal cruzado, se menciona que estos son: edad, siendo frecuente entre 2 y 10 años, con una media de 4 años; raza, hay evidencia que razas grandes como el Terranova, Rottweiler, Labrador, Bulldog y Bóxer presentan más riesgo de padecer rLCC; condición corporal, perros con un peso mayor a 22kg tienden a ser susceptibles; estado fisiológico, teniendo mayor predisposición perros esterilizados o castrados que perros enteros, entre otros (Fox et al., 2020).

4.4. Signos clínicos

Los principales signos clínicos son los siguientes: Se presenta claudicación unilateral o bilateral, dependiendo el paciente y postura anormal al sentado. Cuando se manipula la articulación, es posible detectar aumento de volumen, aumento local de la temperatura corporal, crepitación, “click” meniscal, dolor, así como; positivas las pruebas de cajón y compresión tibial, aunque se ha reportado una sensibilidad del 60% y especificidad del 80% para la prueba de cajón y 80% de sensibilidad y especificidad para la prueba de compresión tibial (J. L. Cook, 2010a, Fischer, 2014, Fox et al., 2020, Seo et al., 2020).

4.5. Métodos diagnósticos

Hay diferentes pruebas que se pueden realizar para confirmar el diagnóstico, estas son: estudio radiográfico, artroscopía, ecografía, tomografía computarizada y resonancia magnética (Ashour et al., 2019).

El método de elección dependerá de la gravedad de la patología y los estudios que estén disponibles.

4.5.1. Radiografías

Los estudios radiográficos se utilizan de primera instancia con proyecciones medio-laterales y craneocaudales, no es un método concluyente, pero es de utilidad para descartar otros diagnósticos y poder determinar cambios secundarios de osteoartritis (Ashour et al., 2019).

En las proyecciones radiográficas medio-laterales posicionadas a 90° o posición neutral, es donde se puede observar adecuadamente la cresta del plato tibial, que es muy importante para la medición del ángulo del plato tibial (Van Bree et al., 2010).

En cuanto a las proyecciones radiográficas, las cuales se necesitan para la medición del ángulo del plato tibial, hay autores que han descrito que no es necesario un posicionamiento estricto ya que el ángulo del plato tibial no se modifica considerablemente (Buirkle et al., 2019).

4.5.2. Ecografía

La ecografía se puede utilizar como complemento del estudio radiográfico, se puede evaluar la integridad de los meniscos y del ligamento craneal cruzado, pero se necesita un equipo de alta definición y entrenamiento por parte del personal (C. R. Cook, 2010).

4.5.3. Tomografía computarizada y resonancia magnética

Los estudios de imagen avanzada como tomografía computarizada y resonancia magnética han ido en aumento debido a su popularidad y calidad de imagen, sin embargo; este es un estudio que no siempre está disponible debido a los pocos equipos que existen y su elevado costo. Por último, la artroscopía, permite determinar de una manera precisa, lesiones en los ligamentos y alteraciones en los meniscos, así como, alteraciones en el líquido sinovial. Este método diagnóstico, igual que resonancia y tomografía, ha tenido mucho auge, gracias a los beneficios que se obtiene, aunque también es difícil la realización de este estudio debido a la alta capacitación que se requiere y su costo es elevado (Sample et al., 2017).

4.6. Tratamiento

Aunque se han descrito diversos tipos de tratamientos quirúrgicos, es difícil restaurar por completo la afección articular. La finalidad de estos tratamientos es evitar la rápida progresión de la osteoartritis, reducir el dolor, reducir la inflamación y reestablecer la funcionalidad de la rodilla, del miembro o miembros afectados. Se puede dividir el tratamiento en conservador/médico y quirúrgico (Nanda & Hans, 2019).

Principalmente se utilizan las diferentes técnicas para evitar una temprana osteoartritis, aunque este punto es independiente de cada procedimiento, se ha determinado que la progresión se puede presentar en un lapso de 8 semanas y hasta 300 días después de la osteotomía niveladora del plato tibial (Fung et al, 2023).

4.6.1. Tratamiento conservador/médico

Para el tratamiento conservador se menciona que consiste en mantener al paciente en reposo absoluto durante 6 semanas aproximadamente, realizar rehabilitación y fisioterapia para lograr fortalecimiento muscular y un plan alimenticio para la pérdida de peso, adicionalmente, la utilización de analgésicos, antiinflamatorios y productos nutracéuticos, aunque con esto no siempre se logra la estabilización articular y puede elevarse el riesgo de complicaciones por lo que el tratamiento de elección en la mayoría de los casos es el quirúrgico (Muir, P. 2011).

4.6.2. Tratamiento quirúrgico

Existen técnicas intraarticulares y extraarticulares, aunque las primeras son menos populares hoy en día. En cuanto a las técnicas extraarticulares, su objetivo es la estabilización temporal mediante la fibrosis periarticular, son técnicas rápidas y fáciles, pero al igual que las técnicas intraarticulares, se están dejando de utilizar debido a la poca eficiencia que presentan (Amimoto et al, 2019, J. L. Cook, 2010b). Hoy en día se habla de técnicas modificadoras de la biomecánica de la articulación como son la tibial plateau leveling osteotomy (TPLO), tibial tuberosity advancement (TTA), CORA based

leveling osteotomy (CBLO), cranial tibial closing wedge osteotomy (CTWO), por mencionar algunas.

Para las técnicas intraarticulares si bien la mayoría han estado en desuso, se han estado realizando artículos con el uso de un nuevo biomaterial para su utilización en conjunto con cirugía artroscópica (Johnson & Conzemius, 2022).

4.6.3. Osteotomía niveladora del plato tibial (TPLO)

El objetivo de esta técnica es neutralizar las fuerzas craneales que ocurren cuando se apoya el miembro pélvico. Esta técnica fue descrita por Slocum (Slocum & Slocum, 1993), en la cual, se busca modificar el ángulo del plato tibial (PTA) entre 5° a 6.5° por medio de una osteotomía circular de la tibia proximal, este fragmento debe ser rotado hasta lograr el ángulo esperado, posteriormente se deben unir los fragmentos mediante placas y tornillos que son especiales para esta técnica (Nanda & Hans, 2019). Debido a que es una técnica que se estandarizó para su utilización, es actualmente altamente estudiada e investigada, sin embargo; no está exenta de complicaciones (Pennasilico et al., 2023).

Cada perro tiene un ángulo de plato tibial distinto, sin embargo; se determinó que los ángulos pueden ser de 24° con una variación de +/- 3.19°, hablando del plato tibial medial (Sabanci & Ocal, 2014), a pesar de que otros autores han descrito que el ángulo puede ser de 18° hasta 26° (Seo et al., 2020) y 28.3° +/-3° (Fujino et al., 2020), inclusive, hay literatura que menciona que diferentes razas pueden llegar a presentar 29° del TPA medial, lo que nos dice que el rango es muy amplio (Todorović et al., 2022). Se menciona que en perros con rLCC a los cuales se les realizará TPLO es necesario reducir el TPA a 5° (Nanda & Hans, 2019), pero se ha visto que no existen complicaciones cuando el TPA postoperatorio es mayor a 10.4° (Fujino et al., 2020).

Las ventajas de esta técnica es la preservación de la articulación femorotibioapatelar, la tuberosidad tibial y contrarrestar las fuerzas de hiperextensión y cizallamiento, las desventajas o complicaciones son la complejidad del procedimiento, se requiere una planeación adecuada, además de material y equipos especiales para poder realizar adecuadamente estas técnicas, por lo que su costo de realización es elevado (Milovancev & Schaefer, 2010, Nanda & Hans, 2019).

A diferencia de otras técnicas, en la de osteotomía niveladora del plato tibial se utiliza una sierra radial, distinta a la sierra oscilante para el adelantamiento de la tuberosidad tibial, la sierra radial cuenta con diferentes tamaños, lo que convierte en un aumento en el costo de la técnica, esta debe colocarse en el punto isométrico de la tibia para poder tener el éxito deseado al momento de realizar el corte, pudiendo o no hacer osteotomía de la fíbula (Cavalcanti et al, 2020).

Existen diversos programas para la planeación quirúrgica de ortopedia en humanos, en veterinaria se cuenta con softwares como Horos, Polygon, OrthoView vet, mediCAD VET y el programa Vpop Pro, entre otros, este último, fue el utilizado para la planeación y se evaluó mediante estudios radiográficos la confiabilidad que existe entre la realización en la planeación por parte de médicos veterinarios con experiencia y médicos veterinarios Inexpertos para valorar la eficacia que el software brinda. Estas mediciones podrán permitir la facilidad para la utilización del programa de apoyo.

4.7. Uso de software para la planeación de cirugías ortopédicas

En medicina humana los planeadores quirúrgicos se utilizan cada vez con mayor frecuencia debido a que han mejorado la eficiencia y precisión en las intervenciones quirúrgicas, en todos los casos, el éxito de la cirugía dependerá de los procedimientos intraoperatorios que implementen los cirujanos (Farrell et al., 2014).

4.7.1. Software Vpop Pro

El programa Vpop Pro se creó en Inglaterra por el médico veterinario ortopedista Rory Paton en colaboración con colegios de médicos veterinarios cirujanos de la Unión Europea en el 2018, el programa puede utilizarse en equipos celulares de sistema operativo Android e IOS, además de poder manejarlo en sistema operativo Windows y Mac OS, este programa tiene planes accesibles en costos para su utilización, pudiendo ser pagos mensuales o anuales.

5. Planteamiento del problema

Actualmente es de suma importancia realizar una planeación quirúrgica adecuada para llevar a cabo procedimientos exitosos, a pesar de que existen planeadores, no todos los médicos veterinarios tienen conocimiento de su beneficio y la facilidad con la que se pueden utilizar. Con el aumento de las tecnologías en medicina veterinaria se debe dar importancia a este tipo de programas y demostrar que con una pequeña capacitación se puede llegar a dominar este tipo de softwares.

5.1. Pregunta de investigación

¿Existe variación de las mediciones en la planeación pre y postquirúrgica en radiografías de la articulación de la rodilla en perros, realizada por médicos veterinarios experimentados (Expertos) y no experimentados (Inexpertos) en el uso del programa Vpop Pro para la planeación de la cirugía de osteotomía niveladora del plato tibial (TPLO)?

5.2. Justificación

La ruptura del LCC en los perros es una patología muy común, se menciona que es la lesión más frecuente e importante de los miembros pélvicos, y aproximadamente el 2.55% de la población canina es diagnosticada con este padecimiento (Fox et al., 2020). Uno de los tratamientos más eficaces para la corrección de la ruptura de LCC es mediante estabilización quirúrgica. De los diferentes métodos, el más popular es la osteotomía niveladora del plato tibial (TPLO). Esta técnica se describió por primera vez por Slocum (Slocum & Slocum, 1993), el fundamento es neutralizar las fuerzas mediante la angulación del plato tibial, realizando la rotación de un fragmento de la tibia (Milovancev & Schaefer, 2010). La planeación quirúrgica ortopédica es sumamente importante para el éxito deseado en un procedimiento de corrección de ligamento craneal cruzado, sin embargo; no todos los MVZ dedicados a ortopedia la realizan de la mejor manera. El presente trabajo tiene la intención de demostrar que cualquier médico veterinario puede manipular adecuadamente las herramientas del programa Vpop Pro para realizar una planeación

certera de la osteotomía niveladora del plato tibial y que la correcta utilización puede beneficiar a los pacientes.

5.3. Objetivo general

- Analizar si existe variación en las mediciones en la planeación pre y postquirúrgicas evaluadas en radiografías de la articulación de la rodilla de perros con ruptura de LCC realizadas por médicos veterinarios con experiencia (Expertos) y sin experiencia (Inexpertos) en el uso del programa Vpop Pro.

5.4. Objetivo específico

- Realizar las mediciones de las variables obtenidas de los médicos veterinarios Expertos.
- Realizar las mediciones de las variables obtenidas de los médicos veterinarios Inexpertos.
- Comparar los datos obtenidos de las variables realizadas por los médicos veterinarios Expertos contra los médicos veterinarios Inexpertos.

6. Hipótesis

El sistema Vpop Pro es amigable con médicos sin importar el grado de experiencia obtenido en la medición de ángulos del plato tibial, rotación del plato tibial, distancias en tibia, número de sierra y número de placa, existiendo variaciones mínimas entre Expertos e Inexpertos.

7. Materiales y métodos

7.1. Tipo y diseño de investigación

Estudio de enfoque cuantitativo, observacional, descriptivo, retrospectivo parcial, transversal.

7.2. Grupos de estudio

Se formaron dos grupos de estudio denominados: “Expertos” e “Inexpertos”.

- Grupo Expertos: médicos veterinarios con experiencia en el uso del programa Vpop Pro. Formado por cinco médicos veterinarios que cuentan con más de 50 planeaciones antes de realizar este trabajo, los médicos veterinarios debieron tener el título de médico veterinario zootecnista, especialista en medicina y cirugía de perros y gatos, maestro en ciencias y/o doctorado.
- Grupo Inexpertos: médicos veterinarios sin experiencia en el uso del programa Vpop Pro. Formado por cuatro médicos veterinarios con cero planeaciones empleando el programa al momento del inicio de este estudio, los integrantes de este grupo fueron médicos veterinarios zootecnistas, estudiantes de la especialidad en medicina y cirugía de perros y gatos o médicos veterinarios especialistas en fisioterapia veterinaria.

7.3. Muestra

Se incluyeron estudios radiográficos de 47 pacientes perros (en total 52 rodillas) con diagnóstico de rLCC y a los cuales se sometieron a TPLO, tratados por el Hospital Veterinario de Especialidades Bruselas que se encuentra en la Ciudad de México en la calle Bruselas #79, colonia Del Carmen, delegación Coyoacán.

Se realizó una capacitación a ambos grupos mediante un videotutorial (<https://www.youtube.com/watch?v=2yTwhJqCCrM>) en el cual, se explicó a todos los médicos la manera de utilizar el programa Vpop Pro (Paton, 2020).

7.4. Criterios de Selección

Criterios de inclusión

- Médicos veterinarios zootecnistas, con grado de especialistas en medicina y cirugía de perros y gatos o en proceso, maestría y/o doctorado.
- Médicos veterinarios que cuenten con computadora personal y acceso a internet.
- Médicos veterinarios que tengan conocimiento de la anatomía de la rodilla de perros.

Criterios de exclusión

- Médicos veterinarios que no presenten interés en el área de ortopedia.

7.5. Procedimiento del estudio

Se realizó un videotutorial (<https://www.youtube.com/watch?v=2yTwhJqCCrM>) en el cual se explicó de manera detallada los pasos para realizar la planeación quirúrgica, este video se mostró a todos los participantes antes de realizar el trabajo, así como; se programó una videollamada con uno de los creadores del programa en la cual también se abordó el tema de planeación utilizando Vpop Pro, en esta sesión estuvieron presentes los médicos participantes de las evaluaciones del trabajo.

Con el programa Vpop Pro, versión 2.5.3 para sistema operativo Windows, se calibró la imagen (figura 1), para lo cual se necesitó contar con una medida estándar en el estudio radiográfico, en este caso se utilizó como medida una esfera de acero con 2.5 cm de diámetro.

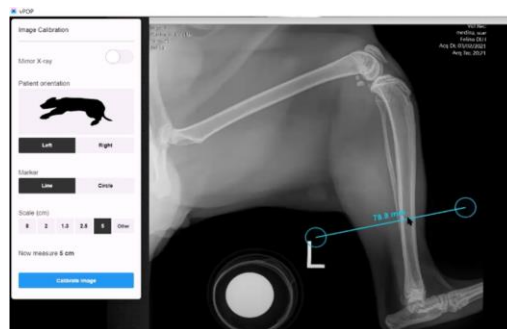


Figura 1. Calibración de radiografías.

Una vez realizado este procedimiento se localizó el centro del talo (figura 2), utilizando la opción de obtener radio en Vpop Pro, después se trazó una línea hacia el plato tibial sobre el eje mecánico de la tibia (figura 3). Se localizó y trazó una línea en el plato tibial desde craneal hacia caudal de la articulación (figura 3). Se colocó una línea perpendicular al eje mecánico de la tibia y se desplazó hasta que cruce con la línea del plato tibial, así obtendremos TPA.



Figura 2. Centro del talo, utilizando círculo con radio.

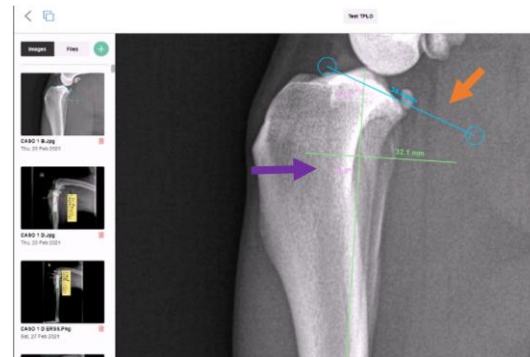


Figura 3. Línea en eje mecánico de tibia (línea púrpura), segunda línea a 90° y tercera línea sobre el plato tibial (línea naranja).

Con la herramienta de la sierra radial se midió cual es la óptima para cada paciente, se colocó el centro de la sierra en el punto isométrico de la tibia, el cual coincide con el eje mecánico, se realizó una línea abarcando la parte donde se realizará la rotación (figura 4). Para calcular la rotación se restó el TPA deseado, que es de 5° al TPA obtenido para proceder a la nivelación a 5°, de rotación se obtuvieron grados y milímetros.

Se midieron dos distancias de seguridad (D1 y D2), D1 desde la inserción del ligamento patelar hacia el inicio del corte; D2 inicia en la cresta del tubérculo tibial, se extiende hacia el corte y es perpendicular al eje mecánico de la tibia (figura 4).



Figura 4. Simulación de corte con sierra y medidas D1 (flecha azul) y D2 (flecha marrón).

La tercera distancia (D3), desde la parte caudal de la articulación de la meseta tibial hasta la parte caudal del corte (figura 5).

Se buscó en el apartado de implantes, para determinar el adecuado, procurando que el implante esté alineado con el eje mecánico de la tibia, se midió la cuarta distancia de seguridad (D4) desde el punto isométrico de la tibia hasta la parte proximal de implante (figura 5).

La quinta distancia (D5) se midió del punto isométrico de la tibia hasta la parte final del implante, esta medida será para la longitud del corte en piel (figura 5).

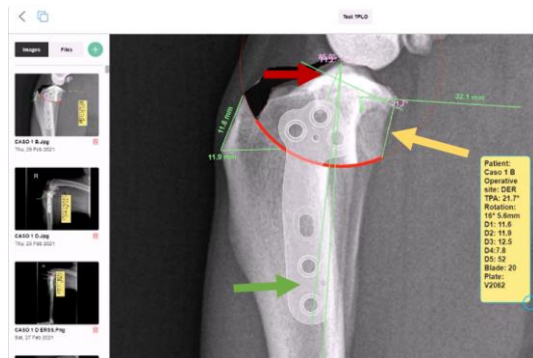


Figura 5. Colocación de implante y obtención de medidas D3 (flecha amarilla), D4 (flecha roja) y D5 (flecha verde).

Posteriormente se realizó la medición en estudios radiográficos postoperatorios de los mismos pacientes, se colocaron los archivos radiográficos en el programa, la primera parte es la calibración de la imagen con la medida de la esfera de acero con 2.5 cm de diámetro, posteriormente se localizó el centro del talo utilizando la opción de radio con el programa Vpop Pro. Se realizó una línea desde el centro del talo que recorre

longitudinalmente el eje mecánico de la tibia hasta localizar el punto isométrico de la misma, se dibujó una línea perpendicular para transectar a la línea de la superficie articular, aquí se obtuvo el ángulo del plato tibial.

Se seleccionó la sierra radial y se verificó que fuera del mismo radio con la cual se realizó el corte en la planeación preoperatoria para verificar la rotación y así calcular cuantos grados y milímetros hubo.

Otra medición que se considera es el tamaño del implante, este debe de buscarse y corresponder con el mismo que se utilizó en la planeación prequirúrgica, se obtiene el modelo y se procedió a realizar las mediciones de las distancias de seguridad. D1 y D2: desde la inserción del ligamento patelar hacia el inicio del corte y perpendicular al eje mecánico de la tibia. D3; desde la parte caudal de la articulación de la meseta tibial hasta la parte caudal del corte. D4: desde el eje isométrico de la tibia hasta la parte proximal de implante. D5: se midió del eje isométrico de la tibia hasta la parte final del implante, estas medidas se realizan utilizando la misma metodología que en los estudios radiográficos preoperatorios.

Los datos de las mediciones se colocaron en una tabla de Excel. Una vez que todos los datos de las variables fueron obtenidos por parte de los grupos de médicos veterinarios, se realizó una suma de los datos para obtener el promedio de las variables (Tabla 1) preoperatorias y postquirúrgicas de TPA, rotación en grados, rotación en milímetros, D1, D2, D3, D4 y D5. Se determinó la diferencia absoluta, para esto se realizó una resta al valor más alto de los datos obtenidos de cada médico veterinario y de cada variable para obtener números positivos.

La siguiente medición consistió en obtener el porcentaje de error, para esto se realizó una división de la diferencia absoluta entre el dato de la variable y se multiplicó por 100. Obtenidos los porcentajes de error, se realizó un promedio de este.

El procedimiento de obtención de los promedios se realizó para obtener una comparativa del porcentaje de error entre médicos veterinarios con experiencia (Expertos) y sin experiencia (Inexpertos) en el uso del software Vpop Pro, para determinar que únicamente se necesitó una capacitación de cómo se utiliza el programa para poder realizar la planificación adecuada.

7.6. Análisis estadístico

Una vez obtenidos los promedios de cada una de las variables se realizó el análisis estadístico con la prueba de T student comparando dos grupos de estudio (los médicos veterinarios Expertos y los médicos veterinarios Inexpertos), de ellos se analizaron todas las variables. Para esto se utilizó una calculadora de T en la página <https://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1.cfm>. En primer paso se seleccionó la opción “Enter up to 50 rows”, para el segundo punto se eligió “paired t test”, en el punto número 3 se arrojaron los datos de cada variable y por grupo de estudio, finalizó con el cálculo de la prueba de T. Se detectó que los valores de T no presentaron distribuciones normales, por lo cual, se utilizó la prueba de Wilcoxon en la mayoría de las variables.

Tabla 1. Variables operativas

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores en este estudio	Tipo de variable
Ángulo del plato tibial	Medición del ángulo de la superficie articular en la tibia en relación con su eje mecánico.	El ángulo de la meseta tibial se define como el ángulo formado entre el plato tibial y una línea perpendicular al eje mecánico de la tibia	Medición en todos los estudios radiográficos	Mediante estudios radiográficos con la utilización del programa Vpop Pro tomando en cuenta los bordes articulares de la meseta tibial	Cuantitativa continua
Rotación del plato tibial	Movimiento rotacional en grados y milímetros	Se determina eligiendo el radio de la hoja de sierra	Medición en todos los estudios radiográficos	Con estudios radiográficos y la utilización del programa Vpop Pro dependiendo el número de sierra que se utilice	Cuantitativa continua
Distancia 1	Medición de la cresta tibial al inicio del corte	Medición en línea perpendicular de la cresta tibial al inicio del corte	Medición en todos los estudios radiográficos	Utilización del programa Vpop Pro con estudios radiográficos midiendo de la inserción del ligamento patelar hasta el inicio del corte	Cuantitativa continua
Distancia 2	Medición de la cresta tibial a la línea de corte en superficie de la tibia perpendicular a D1	Medición de la cresta tibial perpendicular al eje mecánico de la tibia	Medición en todos los estudios radiográficos	Utilización del programa Vpop Pro con estudios radiográficos midiendo de la inserción del ligamento y perpendicular a D1	Cuantitativa continua
Distancia 3	Medición de la parte caudal del plato tibial de la superficie articular al corte con la sierra	Medición de la parte caudal del plato tibial al corte con la sierra	Medición en todos los estudios radiográficos	Utilización del programa Vpop Pro con estudios radiográficos midiendo la parte caudal de la articulación al inicio del corte	Cuantitativa continua
Distancia 4	Medición de la cresta del plato tibial a la parte más proximal del implante	Medición de la cresta caudal del plato tibial al inicio del implante	Medición en todos los estudios radiográficos	Utilización del programa Vpop Pro con estudios radiográficos midiendo del inicio de la cresta del plato tibial al inicio del implante	Cuantitativa continua
Distancia 5	Medición de la cresta del plato tibial a la porción más distal del implante	Medición de la cresta del plato tibial al final del implante	Medición en todos los estudios radiográficos	Utilización del programa Vpop Pro con estudios radiográficos midiendo del inicio de la cresta del plato tibial al final del implante	Cuantitativa continua

8. Resultados

Las variables que se midieron fueron:

- A. Ángulo del plato tibial (TPA)
- B. Grados de rotación
- C. mm de rotación
- D. Distancia 1 (D1)
- E. Distancia 2 (D2)
- F. Distancia 3 (D3)
- G. Distancia 4 (D4)
- H. Distancia 5 (D5)
- I. Radio de la hoja de sierra utilizada
- J. Placa utilizada

Estas variables se obtuvieron en los estudios radiográficos para la planeación, así como en las radiografías postoperatorias, dando un total de 20 variables.

De los 52 casos analizados 16 fueron diferentes, dando un 30.7% y en 36 casos se eligió la misma sierra preoperatoria en el plan que la utilizada durante la cirugía, resultando en un 69.3%.

El último parámetro que se evaluó fue el de la placa utilizada en la planeación quirúrgica contra la placa utilizada en el procedimiento quirúrgico, esto arrojó 10 casos, lo cual corresponde al 19.23% en los que se utilizó una placa diferente a la planeada y en 42 pacientes se colocó la misma placa que la planeada, esto resulta en un 80.77% del cumplimiento de la placa al realizar la cirugía.

Se realizó una comparación entre los promedios de cada variable obtenida por cada grupo, posteriormente se calculó la diferencia absoluta y el porcentaje de error de cada una de las variables de ambos grupos y de los 52 casos.

En los resultados del grupo de Inexpertos los datos obtenidos arrojaron un promedio de 8.26%, un mínimo de 0.24% y un máximo de 20.1%.

A diferencia absoluta del grupo Expertos, el promedio fue de 6.88%, dando una diferencia de 2.62% de variación en comparación con los Inexpertos. El mínimo porcentaje de variación obtenido entre los dos grupos fue de 0.24% y el máximo de 26.9%.

Se realizó prueba de T para cada variable y en los resultados donde no se obtuvieron pruebas normales se aplicó en análisis de Wilcoxon, esto para el grupo de Expertos y para el grupo de Inexpertos para realizar la comparación de datos, las variables estadísticamente significativas fueron las que presentaron < 0.05 . Las cuales son: TPA post; Distancia 1 pre; Distancia 1 post; Distancia 2 pre; Distancia 2 post; Distancia 3 pre y Distancia 3 post (Tabla 2).

Tabla 2. Variables significativas con prueba de T y Wilcoxon.

Variable	Prueba de T	Wilcoxon
TPA pre		0.2333
TPA post		<0.0001
Grados rotación pre		0.0129
Grados rotación post		0.6761
Milímetros rotación pre		0.0038
Milímetros rotación post		0.8691
Distancia 1 pre		<0.0001
Distancia 1 post		<0.0001
Distancia 2 pre		<0.0001
Distancia 2 post		<0.0001
Distancia 3 pre		<0.0001
Distancia 3 post		<0.0001
Distancia 4 pre		0.4764
Distancia 4 post		0.0113
Distancia 5 pre	0.0417	
Distancia 5 post		0.0593

La variabilidad entre los grupos Expertos e Inexpertos en cada una de las variables (TPA, grados de rotación, mm de rotación, D1, D2, D3, D4, D5) para la prueba de T no representó una distribución normal por lo que se realizó la prueba de Wilcoxon. Se observa en la figura 6 una diferencia entre las medias de los médicos veterinarios Expertos y los Inexpertos de 14.59%.

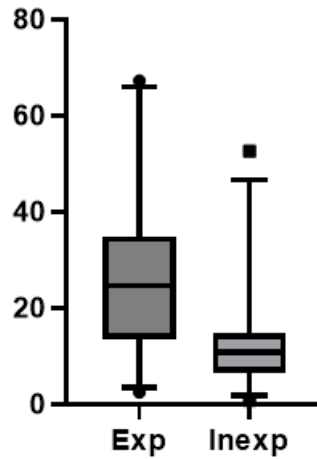


Figura 6. Gráfica de cajas y bigotes para la variable TPA post.

Para la variable de rotación en grados se presentó una diferencia mínima entre medias de ambos grupos que se representó en la figura 7, la diferencia obtenida fue de 3.2%.

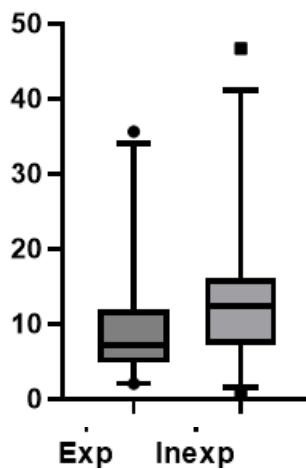


Figura 7. Gráfica de cajas y bigote para la variable rotación ° pre.

También se estableció una diferencia entre medias para la variable rotación en milímetros, la diferencia fue de 4.5%. Se graficó en la figura 8.

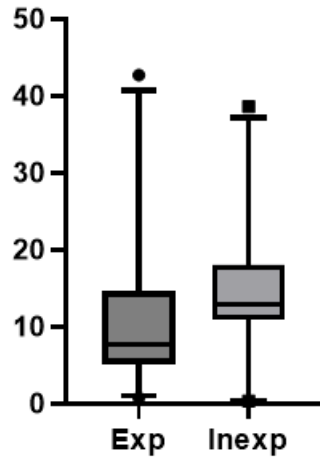


Figura 8. Gráfica de cajas y bigotes para la variable rotación mm pre.

El análisis estadístico de la figura 9 mostró la relación de la variable Distancia 1 preoperatoria de ambos grupos con una diferencia de medias de 9.3%.

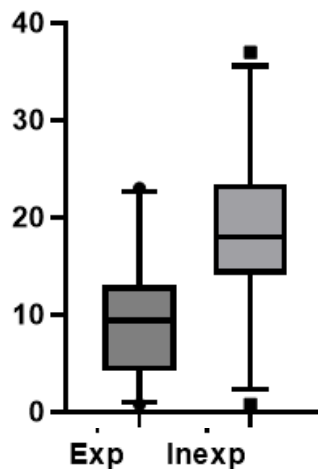


Figura 9. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 1 pre.

En la variable Distancia 1 post que se graficó en la figura 10, muestra una diferencia de medias de 9.8% entre el promedio del grupo Expertos en comparación con los médicos veterinarios Inexpertos. Para las variables Distancia 2 pre y Distancia 2 post, el análisis de Wilcoxon mostró una diferencia entre medias de 9.48% y 8.7% respectivamente. Se muestra graficado en la figura 11 y figura 12.

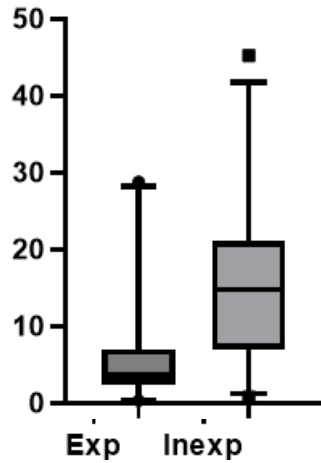


Figura 10. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 1 post.

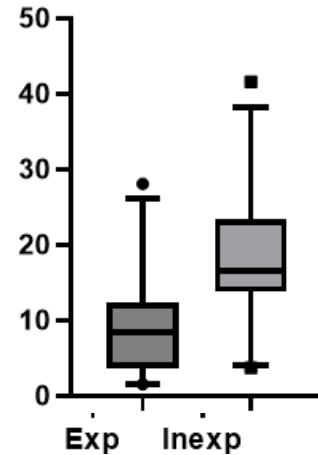


Figura 11. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 2 pre.

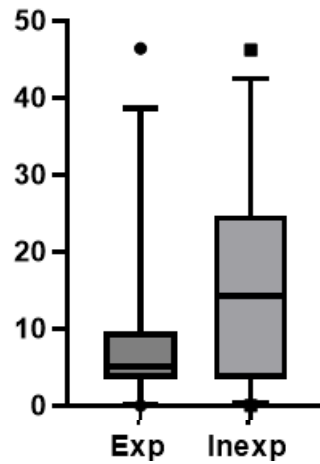


Figura 12. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 2 post.

En la figura 13 y figura 14 se esquematizó la diferencia de medias con los promedios de los grupos Expertos e Inexpertos para las variables Distancia 3 pre y Distancia 3 post, mostró la diferencia de 9.2% y 9.5%.

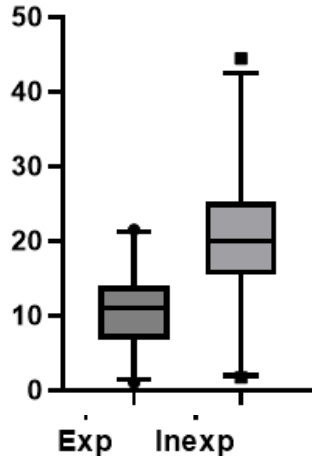


Figura 13. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 3 pre.

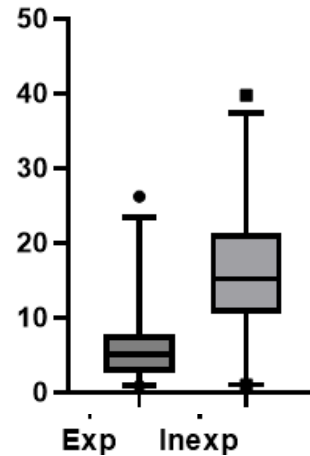


Figura14. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 3 post.

La última prueba de Wilcoxon se realizó para la variable Distancia 4 post, está presentó una diferencia de medias entre observadores de 6.1%, este resultado se graficó en la figura 15. Para finalizar el análisis estadístico, en la figura 16 se graficó mediante un histograma la variable Distancia 5 pre, valor que se obtuvo con la prueba T para muestras pareadas, con un resultado de diferencias de 1.5%.

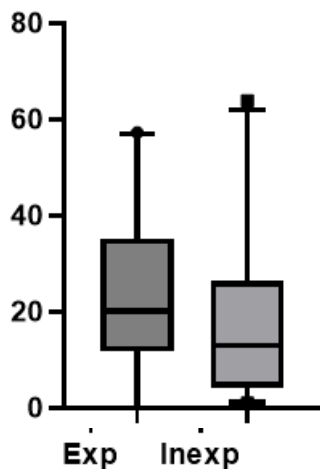


Figura 15. Gráfica de cajas y bigotes para la variable Distancia 4 post.

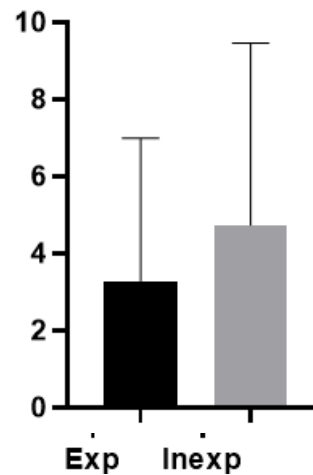


Figura 16. Histograma de la variable Distancia 5 pre.

9. Discusión

La ruptura de ligamento craneal cruzado es considerada la lesión ortopédica más común a nivel mundial; se ha mencionado que aproximadamente el 2.55% de los caninos es diagnosticada con esta patología (Fox et al., 2019). Esto ha llevado al médico veterinario a mejorar para el diagnóstico y tratamiento de este padecimiento, esto conlleva a la necesidad de implementar herramientas digitales. En la actualidad existen programas para la planeación quirúrgica ortopédica en medicina veterinaria, softwares como Horos, Polygon, OrthoView vet, mediCAD VET y el programa Vpop Pro. El Vpop Pro fue el programa que se utilizó para valorar la facilidad con la que los médicos veterinarios pueden utilizarlo como herramienta para la planeación quirúrgica de la patología mencionada.

Es importante determinar el ángulo del plato tibial medial para una correcta ejecución quirúrgica, ya que cada paciente presenta un ángulo diferente. Se ha establecido que el ángulo puede llegar a variar desde 18° hasta 28.3° con una variación de $\pm 3^{\circ}$ (Seo et al., 2020, Fujino et al., 2020). Para el grupo Inexpertos el ángulo del plato tibial medial presentó un mínimo de 18.73° y un máximo de 28.38° ; los médicos veterinarios Expertos presentaron un mínimo de 18.97° y un máximo de 32.07° .

Los grados de rotación, así como los milímetros de rotación, dependen del ángulo del plato tibial, sin embargo; algunos autores (Nanda & Hans, 2019, Fujino et al., 2020) hablan de una reducción a 5° aunque no se han encontrado complicaciones si el ángulo de reducción supera los 10° . En el presente trabajo se obtuvieron promedios de 15.13° para los Inexpertos, para los Expertos fue promedio de 15.94° . Ambos grupos con ligeras diferencias.

En cuanto a los datos de las variables Distancia 1 (D1) y 2 (D2) son llamadas de seguridad ante el corte por la sierra radial, las cuales están presentes en la mayoría de las planeaciones para TPLO. En el presente trabajo se plantea la utilización de Distancia 1 (D1) hasta Distancia 5 (D5), no se han encontrado estandarizaciones en trabajos previos para estas distancias, ya que dependen del paciente y del cirujano. Con la prueba de T y Wilcoxon se determinó que hay muy poca significancia entre los resultados de las variables, lo que confirma la hipótesis de que el programa Vpop Pro es amigable con

cualquier médico veterinario enfocado en el área ortopédica, aunque no se tenga conocimiento en la utilización del mismo.

10. Conclusiones

- Las diferencias entre los médicos veterinarios Expertos e Inexpertos después de la visualización del videotutorial para saber cómo calcular las medidas en la planeación de una osteotomía niveladora del plato tibial TPLO estadísticamente no muestra diferencias significantes por lo que la hipótesis: “El sistema Vpop Pro es amigable con médicos sin importar el grado de experiencia obtenido en la medición de ángulos del plato tibial, rotación del plato tibial, distancias en tibia, número de sierra y número de placa, existiendo variaciones mínimas entre Expertos e Inexpertos” es verdadera ya que se demostró que las variaciones entre Expertos e Inexpertos son mínimas.
- El software Vpop Pro es de fácil manejo, por lo que personas sin experiencia en la utilización de este, por medio de un video tutorial, pudieron hacer uso adecuadamente del software y se concluyó mediante estudios estadísticos, que el resultado de la planeación con el uso del software por médicos Expertos e Inexpertos no tuvo una variación significativa, lo que conlleva a una planeación exitosa.
- En medicina veterinaria los planeadores quirúrgicos no son tan utilizados, por lo que se realiza la planeación convencional. Actualmente no hay evidencia bibliográfica de otras pruebas que comparen las diferencias entre la planeación convencional con la planeación utilizando el software, sin embargo; con este proyecto se pudo comprobar que el software puede ser utilizado por cualquier médico veterinario experimentado o no experimentado para la planeación de la cirugía de nivelación de plato tibial. Sería ideal que pudieran hacer futuras investigaciones para poder determinar el margen de error que hay entre la planeación tradicional y la planeación con la utilización del software para así comprobar, no sólo el fácil uso del software, sino también su efectividad, por lo tanto, este trabajo queda como precedente para futuras investigaciones.

11. Referencias

- Amimoto, H., Koreeda, T., & Wada, N. (2019). Evaluation of recovery of limb function by use of force plate gait analysis after tibial plateau leveling osteotomy for management of dogs with unilateral cranial cruciate ligament rupture. *American Journal of Veterinary Research*, 80(5), 461-468. Retrieved Sep 13, 2023, from <https://doi.org/10.2460/ajvr.80.5.461>
- Ashour, A. E., Hoffman, C. L., & Muir, P. (2019). Correlation between orthopaedic and radiographic examination findings and arthroscopic ligament fibre damage in dogs with cruciate ligament rupture. *Australian Veterinary Journal*, 97(12), 1–9. <https://doi.org/10.1111/avj.12878>
- Brioschi, V., & Arthurs, G. I. (2021). Cranial cruciate ligament rupture in small dogs (<15 kg): a narrative literature review. *The Journal of small animal practice*, 62(12), 1037–1050. <https://doi.org/10.1111/jsap.13404>
- Buirkle, C. L., Aulakh, K. S., Gines, J. A., Rademacher, N., Liu, C. C., & Barnes, K. (2019). Effect of tibial rotation on the tibial plateau angle measurement in dogs: An ex vivo study. *Veterinary Surgery*, 48(3), 408–416. <https://doi.org/10.1111/vsu.13172>
- Cavalcanti, J. V. J., Kim, S. E., & Colee, J. (2020). Intra-articular proximal jig pin placement during tibial plateau leveling osteotomy. *Open veterinary journal*, 9(4), 335–338. <https://doi.org/10.4314/ovj.v9i4.11>
- Cook, C. R. (2010). Stifle Ultrasonograph. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament* (pp. 117–122).
- Cook, J. L. (2010a). Epidemiology of Cranial Cruciate Ligament Rupture. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament: Second Edition* (pp. 95–100).
- Cook, J. L. (2010b). Extracapsular Stabilization. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament: Second Edition* (pp. 163–168).
- de Rooster, H., de Bruin, T., & van Bree, H. (2010). Morphology and Function of the Cruciate Ligaments. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament: Second Edition* (pp. 5–12). <https://doi.org/10.1097/00152193-198706000-00014>
- Farrell, B. B., Franco, P. B., & Tucker, M. R. (2014). Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 26(4), 459–473. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2014.08.011>

- Fischer, C. (2014). Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 9(2), 324–337. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1990.tb00746.x>
- Fox, E. A., Dycus, D. L., Leasure, C. S., Fox, H. A., & Canapp, S. O. (2020). Average Tibial Plateau Angle of 3,922 Stifles Undergoing Surgical Stabilization for Cranial Cruciate Ligament Rupture. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 33(3), 167–173. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3401811>
- Fujino, H., Honnami, M., & Mochizuki, M. (2020). Preoperative planning for tibial plateau leveling osteotomy based on proximal tibial width. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82(5), 661–667. <https://doi.org/10.1292/jvms.19-0501>
- Fung, C., Ficklin, M., & Okafor, C. C. (2023). Associations between meniscal tears and various degrees of osteoarthritis among dogs undergoing TPLO for cranial cruciate ligament rupture. *BMC research notes*, 16(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06307-0>
- Johnson, T. A., & Conzemius, M. G. (2022). Outcome of cranial cruciate ligament replacement with an enhanced polyethylene terephthalate implant in the dog: A pilot clinical trial. *Veterinary surgery: VS*, 51(8), 1215–1222. <https://doi.org/10.1111/vsu.13889>
- Milovancev, M., & Schaefer, S. L. (2010). Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament: Second Edition*, 169–176. <https://doi.org/10.1002/9781119261728.ch27>
- Muir, P. (2010). Partial versus Complete Rupture of the Cranial Cruciate Ligament. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament: Second Edition* (pp. 105–107).
- Muir, P. (2011). Tratamiento médico de la rotura de los cruzados. En *Avances en el Ligamento Craneal Cruzado Anterior Canino*. Ed. Multimédica Ediciones Veterinarias (pag. 297-305)
- Nanda, A., & Hans, E. C. (2019). Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Canines: Patient Selection and Reported Outcomes. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 10, 249–255. <https://doi.org/10.2147/vmrr.s204321>
- Niebauer, G. W., & Restucci, B. (2023). Etiopathogenesis of Canine Cruciate Ligament

- Disease: A Scoping Review. *Animals*, 13(2), 187. <https://doi.org/10.3390/ani13020187>
- Paton, R. [Vpop pro] (2020). How to plan a TPLO in vPOP-pro! <https://www.youtube.com/watch?v=08YXuY1IVZM>
- Pennasilico, L., Di Bella, C., Sassaroli, S., Salvaggio, A., Roggiolani, F., & Piccionello, A. P. (2023). Effects of Autologous Microfragmented Adipose Tissue on Healing of Tibial Plateau Levelling Osteotomies in Dogs: A Prospective Clinical Trial. *Animals*, 13(13), 2084. <https://doi.org/10.3390/ani13132084>
- Sabancı, S. S., & Ocal, M. K. (2014). Lateral and medial Tibial plateau angles in normal dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 27(2), 135–140. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-04-0043>
- Sample, S. J., Racette, M. A., Hans, E. C., Volstad, N. J., Holzman, G., Bleedorn, J. A., Schaefer, S. L., Waller, K. R., Hao, Z., Block, W. F., & Muir, P. (2017). Radiographic and magnetic resonance imaging predicts severity of cruciate ligament fiber damage and synovitis in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *PLoS ONE*, 12(6), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178086>
- Seo, B. S., Jeong, I. S., Piao, Z., Kim, M., Kim, S., Rahman, M. M., & Kim, N. S. (2020). Measurement of the tibial plateau angle of normal small-breed dogs and the application of the tibial plateau angle in cranial cruciate ligament rupture. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(2), 220–228. <https://doi.org/10.5455/JAVAR.2020.G413>
- Slocum, B., & Slocum, T. D. (1993). Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 23(4), 777–795. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(93\)50082-7](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(93)50082-7)
- Spinella, G., Arcamone, G., & Valentini, S. (2021). Cranial Cruciate Ligament Rupture in Dogs: Review on Biomechanics, Etiopathogenetic Factors and Rehabilitation. *Veterinary sciences*, 8(9), 186. <https://doi.org/10.3390/vetsci8090186>
- Todorović, A. Z., Macanović, M. V. L., Mitrović, M. B., Krstić, N. E., Bree, H. J. J. V., & Gielen, I. M. L. V. (2022). The Role of Tibial Plateau Angle in Canine Cruciate Ligament Rupture-A Review of the Literature. *Veterinary and comparative*

orthopaedics and traumatology: V.C.O.T, 35(6), 351–361.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-1750316>

Townsend, S., Kim, S. E., & Tinga, S. (2018). Tibial plateau morphology in dogs with cranial cruciate ligament insufficiency. *Veterinary Surgery*, 1–7.
<https://doi.org/10.1111/vsu.12953>

Van Bree, H., De Rooster, H., & Gielen, I. (2010). Stress Radiography of the Stifle. In *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament* (pp. 113–116).
<https://doi.org/10.1002/9781118786796.ch18>