



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA CON MENCIÓN EN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES COHORTE 2023

Tema: Reemplazo total de cadera (THR: total hip replacement) como solución a patologías específicas de cadera en perros

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Medicina Veterinaria con mención en clínica y cirugía de pequeñas especies

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo.

Autor: Mvz. Edgar Patricio Masaquiza Lizano

Director: Mvz. Miguel Andrés Mora Tola, Mg.

Ambato – Ecuador

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad/Centro

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ing. Carlos Luis Vázquez Freytez PhD, e integrado por los señores: Mvz, Fredy Santiago Córdova Frías Mg. & Ing. Oscar Patricio Núñez Torres PhD. Designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: “*REEMPLAZO TOTAL DE CADERA (THR: TOTAL HIP REPLACEMENT) COMO SOLUCIÓN A PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE CADERA EN PERROS*” elaborado y presentado por el señor Mvz. Edgar Patricio Masaquiza Lizano, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Medicina Veterinaria, Mención en Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Carlos Luis Vázquez Freytez PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal

Mvz. Fredy Santiago Córdova Frías Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Oscar Patricio Núñez Torres PhD.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Reemplazo total de cadera (THR: Total Hip Replacement) como solución a patologías específicas de cadera en perros”, le corresponde exclusivamente a: Mvz. Edgar Patricio Masaquiza Lizano, Autor bajo la Dirección del MVZ Miguel Andrés Mora Tola, Mg, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

MVZ. Edgar Patricio Masaquiza Lizano

c.c.: 1804028973

AUTOR

MVZ Miguel Andrés Mora Tola, Mg.

c.c.: 0104096797

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

MVZ. Edgar Patricio Masaquiza Lizano

c.c.: 1804028973

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	X
DEDICATORIA	XI
RESUMEN EJECUTIVO	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. Introducción	14
1.2. Justificación.....	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. General	17
1.3.2. Específicos	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	18
2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	25
2.2.1. Anatomía y biomecánica de la articulación coxofemoral canina.....	25
2.2.2. Fisiopatología de la displasia y la patologías coxofemorales.....	26
2.2.3. Principios biomecánicos del reemplazo total de cadera (THR)	27
2.2.4. Selección del paciente y planificación preoperatoria.....	29
2.2.5. Técnica quirúrgica y manejo postoperatorio.....	30
2.2.6. Resultados clínicos y pronóstico funcional.....	30
2.2.7. Impacto científico y proyección del THR en medicina veterinaria.....	31
CAPÍTULO III.....	33
MARCO METODOLÓGICO.....	33
3.1. Tipo de investigación	33
3.2. Prueba de Hipótesis.....	33
3.3. Recolección de información.....	33
3.4. Procesamiento de la información y análisis estadístico	34
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Selección del candidato idóneo para el reemplazo total de cadera (THR) en perro.....	35

4.2. Implementación del protocolo quirúrgico y postoperatorio estandarizados del reemplazo total de cadera (THR).....	40
4.2.2. Cálculo y selección del vástago femoral.....	42
4.2.3. Cálculo y selección de la copa acetabular	44
4.2.4. Procedimiento quirúrgico: reemplazo total de cadera (THR).....	46
CAPÍTULO V	60
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones.....	61
5.3. Bibliografía	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Resultados del análisis de sangre de la paciente previo a la cirugía de reemplazo total de cadera</i>	36
Tabla 2. <i>Resultados del análisis de laboratorio de la paciente previo a la cirugía de reemplazo total de cadera</i>	37
Tabla 3. <i>Hoja de implantes para caderas universales</i>	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de la articulación coxofemoral canina: componentes óseos y tejidos de soporte.	25
Figura 2. Distribución de fuerzas articulares durante la fase de apoyo y propulsión	26
Figura 3. Progresión fisiopatológica de la displasia de cadera hacia la osteoartritis degenerativa. En la parte superior se muestra un perro con conformación normal de cadera (A), caderas displásicas severas y luxadas bilateralmente (B) y displasia de cadera moderada con cobertura incompleta de la cabeza femoral (C). En el centro se muestra una cadera normal (D) y las caderas sueltas de un perro displásico (E). La parte inferior muestra un perro normal en una posición simulada de subluxación dorsolateral con carga de peso (F) y un perro con caderas displásicas subluxadas en la misma posición corporal (G). Tomado de Todhunter et al. (2019).....	27
Figura 4. Esquema (izquierda) y foto (derecha) de los componentes protésicos utilizados en el reemplazo total de cadera (RTC) canino. Tomado de https://vetbloom.com/total-hip-replacement/	28
Figura 5. Progresión de la artrosis coxofemoral y corrección mediante reemplazo total de cadera. Tomado de https://swvetsurgery.com/services/orthopedic-surgery/total-hip-replacement/	29
Figura 6. Rx ventro-dorsal de la pelvis de la paciente al momento del ingreso, nótese luxación coxofemoral del miembro izquierdo por una ruptura del ligamento redondo que sujeta la cabeza femoral al acetábulo, provocando el desplazamiento de la cabeza femoral desde la fosa acetabular	38
Figura 7. Rx latero-lateral mostrando la luxación de la cabeza del fémur	39
Figura 8. Rx del miembro derecho (sano) usada para evaluar el acetábulo y medir el vástago a ser usado en la cirugía del miembro izquierdo (con luxación).....	39
Figura 9. Cálculo y ajuste digital del vástago femoral con el programa iBlueVet® en la planificación prequirúrgica del reemplazo total de cadera en un perro Golden Retriever (22,3 kg).	44
Figura 10. Planificación digital de la colocación de la copa acetabular en el reemplazo total de cadera canina utilizando el software BlueSAO iBlueVet®. A- B: Radiografía en proyección cráneo-caudal con la plantilla acetabular seleccionada (tamaño 22), (C) Radiografía cráneo-caudal que ilustra la restauración del centro de rotación, con ángulo de inclinación de 44° y anteversión de 18°.	45
Figura 11. Ubicación del paciente y ajuste en el posicionador su pelvis	47
Figura 12. Campos quirúrgicos estériles y campo yodado iovan	48
Figura 13. Incidencia craneal al trocánter mayor	48
Figura 14. Exposición de la cabeza femoral después de la separación de los músculos con separadores Gelpi para realizar un corte perfecto de cabeza y cuello femoral ..	49

Figura 15. <i>Exposición y preparación de la fosa acetabular durante el reemplazo total de cadera canina</i>	49
Figura 16. <i>Fresado acetabular durante el reemplazo total de cadera canina</i>	50
Figura 17. <i>Colocación del implante de prueba y copa acetabular biológica durante el reemplazo total de cadera canina</i>	51
Figura 18. <i>Colocación del implante de prueba y copa acetabular durante el reemplazo total de cadera</i>	52
Figura 19. <i>Preparación progresiva del canal femoral e impactación del vástago protésico durante el reemplazo total de cadera canina</i>	53
Figura 20. <i>Colocación del perno para ajuste del vástago</i>	54
Figura 21. <i>Colocación de la cabeza femoral del implante</i>	55
Figura 22. <i>Control radiográfico postoperatorio para confirmar la correcta posición de la copa, el vástago y la cabeza protésica, sin desplazamientos ni alteraciones angulares</i>	56
Figura 23. <i>Tomografías frontal (A) y lateral (B) de cadera tres meses después de la intervención para el reemplazo total de cadera donde se muestra el acoplamiento de los implantes al hueso</i>	57

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la vida, la salud y la oportunidad de avanzar en el camino del conocimiento con perseverancia y humildad.

A la Universidad, por abrirme las puertas para continuar mi formación académica y contribuir al desarrollo de la medicina veterinaria con enfoque científico y ético.

A mis profesores de la especialidad, por su dedicación, enseñanzas y el ejemplo de excelencia profesional que me guiaron durante este proceso.

Extiendo mi reconocimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, aportaron con su apoyo, consejos y acompañamiento a la culminación de este trabajo, que representa no solo un logro académico, sino también un compromiso con la ciencia, la práctica veterinaria y el bienestar animal.

Edgar Patricio Masaquiza Lizano

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, darme fortaleza en cada momento de dificultad y permitirme culminar esta meta con sabiduría y gratitud.

A mi madre y a mi hermana, por su amor incondicional, apoyo y confianza inquebrantable.

A mis hijos, Sebas y Cory, fuente de inspiración y motivo de superación diaria, quienes con su cariño y presencia iluminan cada paso de mi vida.

Y a mi equipo de trabajo de la Clínica Veterinaria Royal Hound, por su compromiso, compañerismo y entrega, elementos esenciales en la consolidación de este proyecto profesional y personal.

Edgar Patricio Masaquiza Lizano

RESUMEN EJECUTIVO

El reemplazo total de cadera (THR) constituye la opción quirúrgica de elección en perros con displasia de cadera o luxación coxofemoral severa, ya que permite restaurar la biomecánica articular y mejorar la calidad de vida. El objetivo del presente trabajo fue planificar, ejecutar y evaluar un reemplazo total de cadera canina utilizando el sistema biológico BlueSAO, con soporte de planificación digital mediante el software *iBlueVet*®. El estudio se desarrolló en una paciente canina de raza Golden Retriever (22,3 kg), diagnosticada con degeneración articular avanzada. La metodología incluyó planificación digital preoperatoria, determinación de componentes protésicos (copa acetabular 22 mm, vástago N.º 6, cabeza modular 13 + 3), y ejecución quirúrgica bajo protocolo anestésico multimodal. La cirugía se realizó bajo condiciones de asepsia estricta, empleando abordaje cráneo-lateral mínimamente invasivo, fresado acetabular progresivo (90°–45°) y fresado femoral escalonado (N.º 2–7). Se efectuó la impactación secuencial de la copa biológica y el vástago, verificación de la congruencia articular y control radiográfico postoperatorio inmediato. Los resultados evidenciaron una correcta orientación de los componentes, sin complicaciones intraoperatorias. El control radiográfico confirmó el adecuado acoplamiento de la cabeza y la copa protésica, con restauración del centro de rotación. En la fase de recuperación, la paciente mostró estabilidad y movilidad controlada, sin signos de dolor agudo. Se concluye que el uso del sistema BlueSAO con planificación digital favorece la precisión quirúrgica y la estabilidad articular inmediata. El THR representa el tratamiento de elección en casos de artropatía degenerativa severa, al permitir una recuperación funcional precoz y mejorar significativamente la calidad de vida del paciente.

DESCRIPTORES: ARTROPLASTIA TOTAL DE CADERA, CANINOS, LUXACIÓN COXOFEMORAL, PRÓTESIS BIOLÓGICA, TRAUMATOLOGÍA VETERINARIA

ABSTRACT

Total hip replacement (THR) is the surgical option of choice in dogs with hip dysplasia or severe coxofemoral luxation, as it restores joint biomechanics and enhances quality of life. The objective of this study was to plan, perform, and evaluate a canine total hip replacement using the BlueSAO biological system, supported by digital preoperative planning with *iBlueVet*® software. The procedure was performed on a 22.3 kg female Golden Retriever diagnosed with advanced joint degeneration. The methodology included digital preoperative templating, selection of implant components (acetabular cup 22 mm, stem N.º 6, modular head 13 + 3), and multimodal anesthetic protocol. Surgery was conducted under strict aseptic conditions using a minimally invasive craniolateral approach, progressive acetabular reaming (90°–45°), and sequential femoral canal preparation (sizes 2–7). The biological cup and femoral stem were impacted sequentially, followed by trial fitting, final assembly, and immediate postoperative radiographic verification. Results demonstrated accurate orientation of all prosthetic components without intraoperative complications. Postoperative radiographs confirmed proper alignment and restoration of the hip's center of rotation. The patient exhibited stable recovery with controlled mobility and absence of acute pain. It is concluded that the BlueSAO biological system combined with digital surgical planning enhances intraoperative precision and immediate joint stability. Total hip replacement remains the gold-standard treatment for end-stage degenerative joint disease, providing early functional recovery and significant improvement in the patient's quality of life.

KEYWORDS: TOTAL HIP REPLACEMENT, DOGS, COXOFEMORAL LUXATION, BIOLOGICAL PROSTHESIS, VETERINARY TRAUMATOLOGY

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Las patologías ortopédicas son un tipo de patología presente en huesos y articulaciones y están incluidas entre las diversas afecciones que pueden manifestarse desde el nacimiento hasta la madurez esquelética de los perros jóvenes, por lo tanto, son críticas y exigen atención en la práctica veterinaria de animales pequeños, pues sus efectos clínicos a largo plazo pueden ser persistentes y profundos (Breur et al., 2020). Este tipo de patologías incluye la displasia de cadera, displasia de codo, osteocondritis disecante, panosteítis, luxación coxofemoral, osteodistrofia hipertrófica y deformidades angulares de las extremidades, entre otras, las cuales pueden causar cojera y dolor en perros (Pollard & Phillips, 2017).

En general, en perros es frecuente la ocurrencia de trastornos en la articulación de la cadera que se caracteriza por cambios en la cavidad articular y en la cabeza femoral cuyo origen puede ser genético pero también puede ocurrir por diferentes tipos de patologías o la acción de agentes externos (Alsada, 2023; Marešová et al., 2024). De acuerdo con Genevois et al. (2020), una de las afecciones ortopédicas más comunes en perros es la displasia de cadera, considerada una enfermedad compleja de la articulación coxofemoral, observándose una prevalencia que varió con la raza desde 8,8% (Hovawart) hasta 49,2% (American Staffordshire Terrier) de un total de 8022 perros de 17 razas durante el período de 1993-2019. Este tipo de patología está asociada a factores de riesgo como la edad, la raza y el sexo, siendo mayor en animales jóvenes entre tres meses a un año (52,94 %), de la raza Labrador Retriever (36,76%) y machos (59,55%) (Shiju Simon et al., 2010). Este tipo de patología resulta de la laxitud en la articulación entre el acetábulo coxal y la cabeza femoral, los músculos del muslo, la cápsula articular y los principales ligamentos de inserción (Karsli et al., 2021).

Por otra parte, la articulación coxofemoral canina puede sufrir cambios por acción de una fuerza externa intensa que supera las fuerzas internas de contención que se traducen en necrosis avascular de la cabeza femoral, luxación de cadera aguda, crónica o recurrente, fracturas acetabulares y fracturas de la cabeza o el cuello femoral (Schaul & Bleyaert, 2025). Esta laxitud de la articulación permite un desplazamiento de la cabeza del fémur fuera de la cavidad acetabular induciendo una luxación parcial que puede producir la dislocación total de la articulación y, en consecuencia, la dificultad de soportar el peso fisiológico provocando la sobrecarga de otras partes del cuerpo (Lucaci et al., 2021). Esto provoca lesiones y erosión de numerosas estructuras anatómicas funcionales, como los cartílagos articulares, los ligamentos de inserción, los huesos y la cápsula articular (Bland, 2015).

Entre las opciones de tratamiento contra el desplazamiento de cadera, se puede aplicar una sinfisiodesis púbica juvenil en perros menores de 20 semanas

(Ferrigno et al., 2024), mientras que en perros de mayor edad con subluxación donde existe contacto entre la cabeza femoral y el acetábulo y el ángulo de subluxación de la cadera es menor a 30° se puede considerar una osteotomía pélvica doble o una osteotomía pélvica triple (Petazzoni et al., 2012; Petazzoni & Tamburro, 2022). Estos dos últimos procedimientos se usan para cambiar la posición del acetábulo con el fin de brindar una mayor cobertura de la cabeza femoral, por lo que no se aplican en casos de perros con una subluxación grave (Janssens et al., 2020).

En el caso de perros de más de 10 meses que presenten una subluxación grave se sugiere un tratamiento conservador que incluye pérdida de peso, modificación del ejercicio, fisioterapia, medicamentos antiinflamatorios no esteroides, agentes condroprotectores u otros tratamientos (Dycus et al., 2022). Pero, si estas estrategias no resuelven el problema de manera satisfactoria, se debe considerar aplicar intervenciones quirúrgicas como reemplazo total de cadera, denervación de cadera o escisión de cabeza y cuello femoral (Ferrigno et al., 2024; Liska & Israel, 2018). La excisión de cabeza y cuello femoral es un procedimiento quirúrgico ortopédico común en muchos países que tiene como objetivo aliviar el dolor mediante la reducción del contacto óseo entre la cabeza femoral y la superficie acetabular y disminuir el daño en los tejidos blandos asociado con condiciones anormales de la articulación de la cadera para razas de tamaño pequeño a mediano (Krystalli et al., 2019; Tuchpramuk et al., 2025).

Con relación al reemplazo total de cadera (THR por sus siglas en inglés *Total Hip Replacement*), esta se ha convertido en un procedimiento ortopédico veterinario de gran éxito para pacientes caninos y felinos afectados por diversas anomalías de la articulación coxofemoral (Schiller, 2017). De acuerdo con Schiller (2017), se han desarrollado diversos sistemas y diseños de implantes de THR, instrumentación quirúrgica y para satisfacer las necesidades de los cirujanos ortopédicos veterinarios y sus pacientes con necesidad de THR.

A nivel mundial, la información sobre la morbilidad y la mortalidad asociadas con el reemplazo total de cadera es escasa y la información sobre la expectativa de vida en el período postoperatorio podría usarse para el diseño de implantes con suficiente durabilidad protésica. Ecuador no escapa de esta realidad puesto que es una tecnología que recientemente está siendo implementada en el país, por lo tanto, el presente estudio es pionero que pretende documentar la aplicación de la técnica de Reemplazo Total de Cadera en Ambato, además de describir sus ventajas y limitaciones, de manera de ofrecer información valiosa para su popularización como técnica quirúrgica para superar las patologías ortopédicas que tiendan a mejorar la calidad de vida de las mascotas.

1.2. Justificación

La displasia de cadera y otras patologías de cadera se incluyen entre las patologías ortopédicas de mayor relevancia en la clínica de pequeños animales,

en especial en razas caninas medianas y grandes. Esta condición se caracteriza por laxitud articular, subluxación de la cabeza femoral y degeneración progresiva del cartílago articular, lo cual deriva en cojera, dolor crónico, limitación funcional y una disminución significativa de la calidad de vida del paciente (Franco-Gonçalo et al., 2025). En este contexto, la intervención quirúrgica, y en particular la Reemplazo Total de Cadera (THR, por sus siglas en inglés) canina, ha emergido como una opción terapéutica avanzada capaz de restaurar la función, minimizar el dolor y alargar la vida útil funcional del animal (Inoue & Kuroda, 2025; Kokkinos et al., 2025).

La presente investigación fue planteada debido a que en el entorno ecuatoriano y latinoamericano existen aún numerosas barreras para la implementación de procedimientos quirúrgicos de alta complejidad (como el THR) en medicina veterinaria, incluyendo recursos limitados, menor acceso a tecnología quirúrgica especializada, y falta de estudios locales que documenten los resultados, las complicaciones y los protocolos adaptados a nuestra población de pacientes. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo generar evidencia científica que demuestre la factibilidad, eficacia y seguridad del THR en perros con luxación coxofemoral u otros tipos de patologías de cadera dentro de un contexto local, de modo que los clínicos veterinarios puedan adoptar esta técnica con mayor confianza y los propietarios de mascotas puedan acceder a una alternativa terapéutica de alto nivel. Además, se busca aportar al conocimiento técnico-quirúrgico local, robusteciendo la formación profesional en el país.

Desde el punto de vista del impacto que esta investigación puede generar, cabe destacar que los resultados tienen potenciales efectos positivos en varios ámbitos. En el ámbito económico, la investigación pretende ofrecer a los propietarios de mascotas una opción quirúrgica eficaz que reduce la necesidad de tratamientos prolongados, repetidos o paliativos costosos como uso de medicación continua, visitas frecuentes, terapias físicas, lo cual puede traducirse en menores costos a mediano y largo plazo.

Además, esta técnica quirúrgica ofrece mejores condiciones de bienestar animal, dado que le confiere una mejor función locomotora a la mascota aumentando los niveles de bienestar, mayor participación en la dinámica familiar y social, y menos carga emocional para los dueños. Por otra parte, esta cirugía resolutive puede disminuir el uso crónico de fármacos antiinflamatorios y analgésicos en el paciente, lo que reduce la liberación de estos compuestos al medio ambiente por los residuos domésticos o excreción animal.

Por último, desde el punto de vista profesional/académico, este estudio sirve para generar protocolos adaptados, escenarios de capacitación y difusión del conocimiento quirúrgico avanzado en el país. Así, desde la perspectiva teórica, la investigación contribuye a la construcción de nuevos conceptos en cirugía veterinaria ortopédica: al analizar los factores de éxito y complicaciones en el contexto específico ecuatoriano, de manera de establecer un marco que podría convertirse en un modelo regional para la implementación del THR. Esto implica

avanzar más allá de la mera adopción de técnicas generadas en países diferentes, hacia una adaptación fundamentada en evidencia local, lo cual representa un aporte original en el ámbito académico-quirúrgico.

En consideración con lo antes mencionado, la investigación propuesta aborda un problema clínico de alta prevalencia e importancia en la medicina veterinaria, con el fin de aumentar el conocimiento existente sobre una técnica innovadora sobre el abordaje de la luxación coxofemoral y otras patologías de cadera en caninos y que ofrece soluciones sólidas que contribuye con el bienestar animal.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Aplicar la técnica de Reemplazo total de cadera (THR) como solución a patologías específicas de cadera en perros.

1.3.2. Específicos

- a. Seleccionar un candidato idóneo para el reemplazo total de cadera (THR) en perro, mediante la evaluación clínica, radiográfica y funcional, considerando el estado general del paciente y la severidad de la patología de cadera.
- b. Implementar el protocolo quirúrgico y postoperatorio estandarizados para garantizar el éxito del procedimiento de THR, promoviendo la recuperación funcional de la articulación y la calidad de vida del paciente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Alsada (2023) realizaron un estudio con el fin de describir la fisiopatología, manifestaciones clínicas, diagnóstico y bases genéticas de las patologías de cadera en razas grandes de perros, mediante una revisión narrativa basada en fuentes históricas y contemporáneas sobre los aspectos anatómicos, fisiopatológicos y radiográficos de la patología. Estos autores señalaron que, en el caso particular de displasia de cadera tiene un fuerte componente poligénico y multifactorial, con predisposición hereditaria acentuada en razas grandes como Pastor Alemán, Labrador Retriever y San Bernardo. Además, el estudio destacó que los primeros signos clínicos aparecen entre los 4 y 6 meses de edad, manifestándose por cojera, dolor, atrofia muscular y marcha oscilante. Desde el punto de vista radiológico, se observó pérdida de la congruencia articular, aplanamiento del acetábulo y presencia de osteofitos marginales. En conclusión, la displasia de cadera es una enfermedad del desarrollo con herencia compleja y alta variabilidad fenotípica; el diagnóstico temprano mediante radiografía y programas de selección genética son esenciales para reducir su incidencia.

Marešová et al. (2024) desarrollaron una técnica para refinar la evaluación radiográfica de patologías de cadera en caninos mediante nuevos parámetros cuantitativos como la cobertura femoral lineal y el ángulo de congruencia. En este estudio incluyeron datos radiográficos en 122 perros de las razas Bernese Mountain Dog, Bavarian Hound y Pastor Alemán, utilizando métodos de planimetría digital. Para lo cual, se hicieron mediciones de ángulos de Norberg, congruencia (AoC) y cobertura femoral. Se encontró alta correlación ($r > 0,8$) entre los parámetros de cobertura femoral y el ángulo de Norberg, especialmente en perros de la raza Bernese Mountain, pero no hubo diferencias significativas entre sexos ($p > 0,05$), mientras que los evaluadores experimentados obtuvieron alta concordancia ($k = 0,81$). Con base en los resultados, los autores señalaron que los métodos planimétricos mejoran la objetividad del diagnóstico radiográfico de las patologías de cadera frente a la medición tradicional del ángulo de Norberg, reduciendo la variabilidad entre observadores.

Adicionalmente, Loureiro et al. (2024) desarrollaron un sistema automatizado basado en aprendizaje profundo (*deep learning*) para medir el índice de grosor del cuello femoral (FNTi) en el diagnóstico de las patologías de cadera en caninos. Con este objetivo, se realizó un estudio computacional con 138 radiografías DICOM de perros. Se aplicaron modelos YOLOv4 para detección, ResNet50V2 para puntos anatómicos y U-Net para segmentación ósea. El sistema logró un coeficiente de correlación intraclase de 0,86 respecto a mediciones de especialistas y no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$). El modelo alcanzó un Dice Score de 0,978 en la segmentación femoral y un MAE de 0,013. Como conclusión se observó que el algoritmo de inteligencia artificial

permite evaluar de forma precisa y objetiva la morfología femoral, reduciendo la subjetividad diagnóstica y complementando los métodos radiográficos tradicionales de diagnóstico.

Existen varias técnicas para atender los problemas pélvicos en perros. Así, Janssens et al. (2020) evaluaron si el uso de una placa de osteotomía pélvica triple (TPO) de 12,5° produce una cobertura femoral adecuada y menor sobrecobertura que la placa estándar de 20° en perros con patologías de la cadera. Los autores realizaron un estudio clínico prospectivo en 35 perros (38 caderas) tratados quirúrgicamente con placas TPO de 12,5° (n=19) o de 20° (n=19) y se hicieron comparaciones de la cobertura femoral (FHC), ángulos de reducción y subluxación, y signos clínicos postoperatorios. Se observó que la placa de 12,5° logró una cobertura femoral media del 67%, significativamente menor que la de 20° (79%), pero sin comprometer la estabilidad articular. Además, se redujo la incidencia de sobrecobertura (>80%) del 42% al 11%, y los perros tratados con la placa de 12,5° mostraron buena recuperación funcional y menor rigidez articular. De este modo se demostró que el uso de una placa TPO de 12,5° es una alternativa viable para corregir patologías de cadera con menor riesgo de sobrecobertura acetabular, manteniendo una cobertura adecuada y mejor rango de movimiento.

Por otra parte, Petazzoni & Tamburro (2022) analizaron los resultados clínicos y radiográficos del uso de la osteotomía pélvica doble (DPO) en perros mayores de 10 meses con problemas de displasia de cadera y mínima osteoartritis. El estudio incluyó una serie de casos con 11 caderas de 8 perros (10–28 meses) a los que se midieron ángulos de Norberg, cobertura femoral y ancho pélvico antes y después de la cirugía y se hizo seguimiento clínico de hasta un año. Como resultados se encontró que, a las 8 semanas, todos los perros estaban sin claudicación ni dolor y, además se observó un aumento del ángulo de Norberg en un 21,8% ($p<0,01$), la cobertura femoral (66,7%) y la cobertura lineal (162,5%), respecto al preoperatorio, sin variaciones en el ancho pélvico ni complicaciones significativas. Con esto se demostró que la DPO es una técnica quirúrgica efectiva y segura para mejorar la congruencia articular y aliviar el dolor en perros adultos jóvenes con displasia leve o moderada, representando una alternativa a la TPO en pacientes mayores.

Mutlu et al. (2024) realizaron un reemplazo total de cadera mediante el uso de implantes de la empresa Innopiant en 30 perros con peso promedio de 33,05 kg y con rango de edad de 26,6 meses de las siguientes razas Golden Retriever (n = 5), Pastor Alemán (n = 2), Rottweiler (n = 4), Kangal (n = 3), Labrador Retriever (n = 5), Raza Mixta (n = 4), Alabay (n = 1), Chow Chow (n = 1), Border Collie (n = 2), Samoyedo (n = 1) y Pastor Búlgaro (n = 2), de los cuales el 57% tenían displasia de cadera bilateral, 37% coxartrosis, 3% luxación de cadera y el 3% con artroplastia escisional. En este estudio, se utilizaron copas y vástagos de tornillo tanto porosos como no porosos de la marca Innopiant, y se produjeron complicaciones en 10 casos, 9 de los cuales se clasificaron como

mayores y 1 como menor; dos de las cuales ocurrieron durante la operación, mientras que 8 ocurrieron después de la operación. Las complicaciones observadas incluyeron fracturas femorales (n= 2), hundimiento del vástago (n= 3), aflojamiento del vástago (n= 1), aflojamiento de la copa (n= 2), dislocación de la copa (n= 1) y aflojamiento tanto del vástago como de la copa (n = 1). En 4 de estos casos, la prótesis se retiró por completo, mientras que se realizó una cirugía de revisión en 6 perros. Los resultados a largo plazo de los 6 casos revisados se evaluaron como muy buenos y los pacientes pudieron ponerse el pie en el suelo después de la operación fue de 24 horas para 11 casos y de 36 horas para 20 casos. De acuerdo con los autores, el sistema de prótesis no cementada Innoplant utilizado para THR resultó ser una técnica protésica viable con una baja tasa de complicaciones que proporciona resultados clínicos y radiográficos exitosos durante un período promedio de 31 meses.

Wilson et al. (2024) diseñaron un estudio para comparar tres métodos de medición para el dimensionamiento acetabular y evaluar la influencia de la osteoartritis (OA) en la precisión de las mediciones para el reemplazo total de cadera en perros a partir de imágenes radiográficas medidas de forma independiente por tres observadores de 73 articulaciones de cadera de 60 perros. Para ello, se midió un círculo acetabular de mejor ajuste (AC) y una línea acetabular cráneo-caudal (AL) en la vista radiográfica ventrodorsal (VD) y la vista lateral de pierna abierta (OLL). Se midió un círculo de cabeza femoral de mejor ajuste (FHC) en las vistas VD, OLL y haz horizontal cráneo-caudal (CCHB). Como resultados se observó que la consistencia interobservador fue excelente ($ICC > 0,9$) para ACVD y ACOLL y fue buena ($0,75 < ICC \leq 0,9$) para todos los demás métodos, con un mínimo sesgo para las mediciones de AC y AL (rango, 0,46 a 0,45 mm) y grande para las mediciones de FHC (3,58 a 2,42 mm), mientras que la puntuación de OA influyó significativamente en el sesgo para todos los métodos de medición acetabular. Como conclusión se señaló que todos los métodos de medición acetabular fueron altamente consistentes y las puntuaciones de OA más altas disminuyeron la precisión de todos los métodos de medición acetabular.

Debido a que el reemplazo total de cadera (THR) sin cemento Biomedtrix BFX® requiere el uso de raspas femorales para preparar una envoltura de presión dentro del fémur para la inserción posterior del vástago, Lawson et al. (2024) evaluaron tres diseños de dientes (TG1 con ranuras en V adicionales, TG2 con un patrón de dientes en forma de diamante y un control) mediante un protocolo de prueba cuasiestático y bloques de prueba de poliuretano que simulaban hueso normal y esclerótico. Para imitar el raspado clínico, se utilizó una serie de cinco inserciones secuenciales de raspas para determinar la energía de raspado acumulada (J) y las cargas pico durante la inserción de la raspa. Para determinar el efecto del diseño de los dientes de la raspa en la inserción del vástago de THR, se insertó un vástago BFX® en bloques de prueba preparados y se determinaron la energía de inserción y hundimiento y las cargas pico. Como resultados se obtuvo que el diseño de los dientes de brochado produjo diferencias significativas

en la energía de brochado y en las cargas máximas de brochado en los bloques de prueba de ambas densidades. En los bloques de prueba de baja densidad, el sistema con ranuras en V adicionales requirió la energía de brochado acumulada más baja ($10,76 \pm 0,29$ J), seguido de las brochas de control ($12,18 \pm 1,20$ J) y el sistema con patrón de dientes en forma de diamante ($16,66 \pm 0,78$ J). En los bloques de prueba de alta densidad, el sistema con ranuras en V adicionales requirió la energía de brochado acumulada más baja ($32,60 \pm 2,54$ J) en comparación con el control ($33,25 \pm 2,16$ J) y el sistema con patrón de dientes en forma de diamante ($59,97 \pm 3,07$ J). Durante la prueba de inserción y hundimiento de vástagos, la energía de inserción de vástagos para bloques de prueba de alta densidad preparados con brochas de control fue de $14,53 \pm 0,81$ J, que fue significativamente menor que la de los bloques preparados con brochas con el sistema con ranuras en V adicionales ($22,53 \pm 1,04$ J) o el sistema con patrón de dientes en forma de diamante ($19,38 \pm 3,00$ J). De esta forma, los autores concluyen que las ranuras en V adicionales en las brochas demostraron un mayor rendimiento de brochado al mismo tiempo que generaron envolturas de prensado más resistentes a la inserción y hundimiento de vástagos, por lo tanto, las brocas TG1 pueden resultar útiles en el ámbito clínico.

McCartney & Ober (2023) reportaron un caso clínico de una hembra Border Collie de 6 años, esterilizada que había sido sometida a una amputación de miembro pélvico y presentaba incapacidad para caminar. El examen ortopédico reveló molestias durante la manipulación de la cadera y el examen radiográfico mostró una luxación crónica de cadera, por lo que, se procedió a realizar un reemplazo total de cadera utilizando el sistema InnoPlant, que incluye piezas modulares sin cemento con tornillos para mejorar la estabilidad del implante. Posterior al reposo en jaula por cuatro semanas, se sugirió mantenerla de pie con ayuda y luego sin ayuda después de 10 semanas postoperatorias. Los resultados clínicos y radiológicos fueron excelentes a los 3 meses tras la cirugía y basado en los resultados clínicos, el uso de una prótesis InnoPlant resultó ser una opción de tratamiento efectiva para perros con amputaciones contralaterales de miembros, siendo este el primer informe que describe el uso del sistema InnoPlant para reemplazo total de cadera en un perro con amputación contralateral de un miembro pélvico.

Kim et al. (2005) reportaron un estudio de caso de un perro pastor alemán macho entero de 4 años y 35,5 kg de peso que fue derivado al Centro Médico Veterinario con cojera grave, dolor y anomalía en la marcha en la extremidad trasera derecha y que posteriormente fue diagnosticado con displasia de la articulación coxofemoral derecha con subluxación, por lo que fue tratado quirúrgicamente para realizar un reemplazo total de cadera (THR) utilizando el sistema de THR modular para perros BioloX. Como resultado se observó que dos meses después de la cirugía, el paciente comenzó a soportar su peso y volvió a un patrón de ejercicio normal de manera progresiva, demostrándose que el THR mostró resultados clínicos satisfactorios durante los 6 meses después de la operación. Los autores concluyeron que la técnica de THR podría ser una

herramienta exitosa para el tratamiento de problemas de discapacidad de la articulación coxofemoral en perros.

Degórska et al. (2021) hicieron la descripción de un caso clínico sobre una fractura de vástago femoral tras un reemplazo total de cadera cementado y la aplicación exitosa de una técnica de reimplantación utilizando una ventana femoral. El reporte estaba referido a un caso de un paciente de la raza Golden Retriever, macho, de 2 años y de 30 kg con displasia de cadera que había sido sometido a THR cementado con prótesis modular y que dos años después de la intervención fue diagnosticado con fractura del vástago en el tercio medio femoral atribuida a fatiga del material por aflojamiento proximal del cemento. Se realizó reimplantación mediante la técnica de ventana femoral bajo anestesia general, observándose que el procedimiento quirúrgico fue exitoso, con recuperación sin complicaciones y función normal del miembro durante un seguimiento de 9 años. Con esto se demostró que la reimplantación de vástagos cementados en fracturas de tallo puede ser una opción viable cuando no existe infección ni daño óseo severo. El caso evidencia que las técnicas de revisión cementadas pueden lograr resultados a largo plazo en caninos adultos.

Franklin et al. (2022) desarrollaron un método cuantitativo para comparar el nivel de osteotomía distal-medial entre tres sistemas de reemplazo total de cadera en perros (Helica, BFX y Zurich), mediante un estudio retrospectivo con radiografías postoperatorias de 34 fémures (33 perros) tratados con prótesis Helica (n=17), BFX (n=17) y Zurich (n=10). Las mediciones de la proporción AB/AC (relación entre el trocánter mayor y la osteotomía) fueron hechas por tres observadores y se aplicaron pruebas Mann-Whitney ($p < 0.05$) para evaluar las diferencias. El nivel de osteotomía fue significativamente más proximal en el sistema Helica (0.75 ± 0.22) que en BFX (0.97 ± 0.13) y Zurich (1.1 ± 0.15). Con ello se demostró que el sistema Helica preserva más hueso en la región del calcar, lo cual puede facilitar futuras cirugías de revisión. La metodología fue precisa y reproducible entre observadores.

Kang et al. (2022) evaluaron la eficacia clínica del uso de una prótesis acetabular personalizada de titanio en la cirugía de revisión de reemplazo total de cadera (mTHR) en un perro de raza pequeña con defectos óseos severos en el acetábulo. El estudio fue realizado en un perro macho Pomerania, castrado, de 2 años de edad, para seguimiento regular 16 meses después de habersele realizado un micro reemplazo total de cadera (mTHR). Clínicamente, el animal no mostraba cojera evidente en la extremidad posterior izquierda, excepto por una rotación externa durante la marcha. Las radiografías revelaron rotación y medialización del componente acetabular, una línea radiolúcida periprotésica y formación ósea medial al acetábulo, hallazgos compatibles con aflojamiento aséptico del componente acetabular. Debido a los graves defectos óseos, el perro no era candidato para una revisión convencional de reemplazo total de cadera. Por ello, se diseñó una prótesis acetabular personalizada de titanio con doble reborde y cinco orificios para tornillos (cuatro craneales y uno caudal). La

prótesis incluía una copa de polietileno de 12 mm fijada con cemento óseo de polimetilmetacrilato (PMMA) y fue anclada al hueso pélvico con cinco tornillos corticales. Como resultado se obtuvo que la reducción protésica se logró sin complicaciones, y el perro recuperó una función casi normal de la extremidad posterior izquierda, sin rotación externa, a las dos semanas de la cirugía y a los tres años de la intervención, las radiografías mostraron remodelación ósea adecuada y una posición estable del implante, sin signos de aflojamiento. Los resultados clínicos demostraron que el uso de una prótesis acetabular personalizada puede ser una alternativa terapéutica eficaz en cirugías de revisión de artroplastias de cadera en perros de razas pequeñas con pérdida ósea severa y alteraciones estructurales del acetábulo.

Allaith et al. (2023) analizaron las complicaciones y resultados clínicos reportados por cirujanos y propietarios en un registro multiusuario de reemplazos totales de cadera en perros durante 10 años, a través de un estudio retrospectivo de 2375 cirugías de THR registradas por cirujanos en 44 clínicas y cuestionarios a propietarios, donde se evaluó la supervivencia del implante y satisfacción postoperatoria. Entre los resultados se observó que las mayores complicaciones ocurrieron en 8,5 % de los casos, de acuerdo con el criterio de los cirujanos y en 23 % según la opinión de los propietarios. La luxación fue la más común (4.4 %), seguida de aflojamiento aséptico y fractura femoral. Con base a los resultados, el 84 % de los propietarios calificó el resultado como “excelente o bueno”. En conclusión, el reemplazo total de caderas en caninos presenta una alta tasa de éxito y satisfacción a largo plazo, aunque la luxación y el aflojamiento siguen siendo desafíos quirúrgicos importantes.

Vezzoni et al. (2023) describieron las características del implante, el procedimiento quirúrgico y los resultados clínicos obtenidos en perros y gatos de razas pequeñas utilizando el nuevo sistema Zurich mini cementless de reemplazo total de cadera (THA). El estudio incluyó 8 gatos (peso promedio de 6,5 kg) y 42 perros (peso promedio de 9,2 kg), de los cuales 3 gatos y 6 perros fueron sometidos a artroplastias totales de cadera bilaterales. En los gatos, las causas que motivaron la artroplastia total de cadera fueron fractura fisaria capital en seis casos (60%), displasia de cadera en cuatro casos (30%) y luxación de cadera en un caso (10%), mientras que en los perros, las causas fueron displasia de cadera en 27 casos (56%), necrosis avascular de la cabeza femoral en 12 casos (25%), luxación traumática con displasia subyacente en 4 casos (8,5%), fractura fisaria capital en 4 casos (8,5%) y fractura traumática de la cabeza femoral en un perro adulto (2%). La mayoría de los animales mostraron una recuperación satisfactoria y una función articular adecuada, sin embargo, se registraron siete complicaciones posoperatorias, todas resueltas sin necesidad de retirar la prótesis, excepto en un caso en el que se realizó la explantación por decisión del propietario. Estos resultados demostraron que el sistema Zurich mini cementless de reemplazo total de cadera mostró un desempeño favorable en perros y gatos de razas pequeñas. La mayoría de los pacientes alcanzaron resultados clínicos excelentes, y ningún animal fue demasiado pequeño para los tamaños de implante

disponibles.

Erickson et al. (2025) realizaron un estudio para determinar las causas que provocan el retraso en la realización del reemplazo total de cadera (THR) en perros. Para ello, se realizó un estudio clínico retrospectivo que incluía 953 perros evaluados para THR entre 2013 y 2020. De ellos, 353 perros (37%) fueron sometidos inmediatamente al procedimiento, mientras que en el resto (600 perros, 63%), se registraron diversas razones para posponer la cirugía, entre ellas: manejo médico (42%), otras afecciones ortopédicas (25%), pioderma (12%), enfermedades neurológicas (7%), enfermedades médicas concurrentes (7%), edad inmadura (3%), comportamiento no manejable (3%) y falta de estudios de imagen avanzada (1%). El 92% de los casos presentaban displasia de cadera o artrosis (HD/OA), y de estos, el 32% fueron sometidos a THR sin retraso. Del total de perros inicialmente rechazados, 113 (19%) fueron posteriormente intervenidos con THR, observándose que los mayores porcentajes de retorno para cirugía ocurrió en los perros rechazados inicialmente por pioderma (74%), falta de estudios de imagen avanzada (67%) e inmadurez esquelética (35%). Contrariamente, los más bajos porcentajes se correspondieron a perros con enfermedades ortopédicas concurrentes (3%), enfermedades neurológicas (1%) y comportamiento prohibitivo (0%). La causa más común de derivación para evaluación de THR fue la artrosis, mientras que la causa más frecuente de rechazo inicial fue un manejo médico incompleto. Como conclusión se señaló que la realización inmediata de un reemplazo total de cadera tras la evaluación inicial es poco común debido principalmente a un manejo médico incompleto, diagnósticos iniciales incorrectos y comorbilidades que impiden la cirugía.

Siemon et al. (2023) describieron el uso de un marcador de 100 milímetros colocado en un soporte fijo con escalones de altura predeterminada para medir la magnificación radiográfica y evaluar su precisión en la predicción del tamaño del implante durante la selección de prótesis para reemplazo total de cadera (THR) en perros. Los autores realizaron un estudio retrospectivo que incluyó 52 caderas de 45 perros, de los cuales 7 fueron sometidos a reemplazos totales de cadera bilaterales en etapas separadas. Para ello, se analizaron los procedimientos consecutivos de planificación quirúrgica para THR, recopilando información demográfica, mediciones de magnificación radiográfica para recalibración, predicciones del tamaño de las copas (52) y de los vástagos (52) basadas en plantillas digitales superpuestas sobre radiografías digitales, y los tamaños reales de implantes utilizados durante la cirugía. Como resultados se observó que el uso del sistema de soporte con marcador de magnificación (MMS) y el sistema de aplicación de plantillas permitió predecir con precisión el tamaño del implante en 98 de 104 componentes (94,2%), mostrando ser un método eficaz para medir y recalibrar la magnificación en radiografías digitales durante el proceso de plantillado. Con ello, se demostró que el soporte escalonado de calibración resulta útil para determinar con precisión el tamaño preoperatorio del implante en reemplazos totales de cadera, reduciendo la cantidad de implantes en stock, el tiempo quirúrgico y las posibles complicaciones. Además, la documentación

radiográfica de la altura del escalón del marcador permite confirmar de forma indefinida la magnificación utilizada y garantiza la repetibilidad precisa en exámenes de seguimiento e intervenciones contralaterales.

2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La articulación coxofemoral del perro constituye una de las estructuras más complejas del aparato locomotor, tanto por su papel biomecánico en la propulsión como por su predisposición a problemas de origen genético, degenerativo y patológicos.

2.2.1. Anatomía y biomecánica de la articulación coxofemoral canina

La articulación coxofemoral es una enartrosis (diartrosis esferoidal) conformada por la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso coxal, unidos por el ligamento redondo y una cápsula articular fibrosa que garantiza estabilidad y movilidad (Fig. 1). Durante la locomoción, las fuerzas de compresión, rotación y tracción se distribuyen de manera equitativa gracias al diseño anatómico de la cabeza femoral y el borde acetabular (Fig. 2).

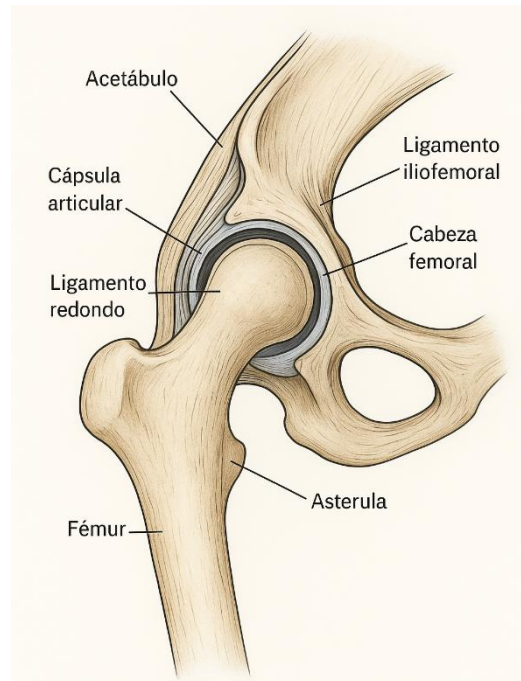


Figura 1. Anatomía de la articulación coxofemoral canina: componentes óseos y tejidos de soporte.

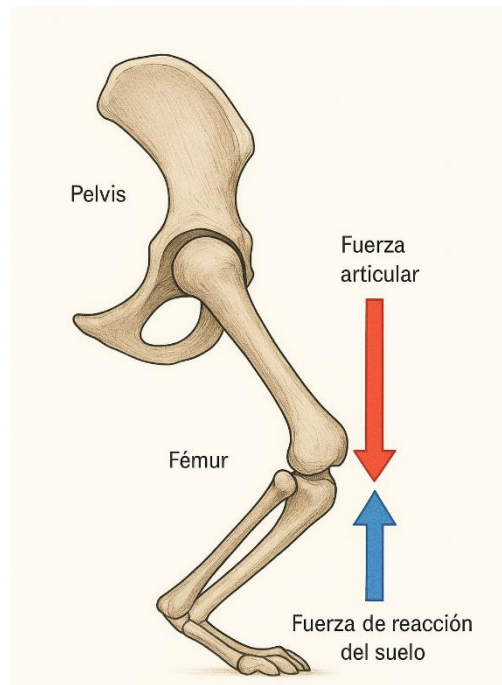


Figura 2. *Distribución de fuerzas articulares durante la fase de apoyo y propulsión*

En condiciones normales, la congruencia entre ambas superficies articulares permite que las cargas se transmitan sin fricción excesiva, sin embargo, cualquier alteración estructural o laxitud en el ligamento redondo genera cierta inestabilidad, lo que predispone a desgaste progresivo del cartílago y remodelación del hueso subcondral (Schiller, 2017).

2.2.2. Fisiopatología de la displasia y la patologías coxofemorales

La displasia de cadera canina es una enfermedad del desarrollo de origen poligénico, caracterizada por una laxitud articular progresiva que conduce a la incongruencia entre la cabeza femoral y el acetábulo. Este fenómeno da lugar a procesos degenerativos que incluyen sinovitis, erosión del cartílago articular, formación de osteofitos y remodelación ósea (Alsada, 2023).

Estudios recientes han confirmado que factores ambientales como la alimentación hipercalórica, el crecimiento rápido y la obesidad agravan la expresión clínica del trastorno (Franco-Gonçalo et al., 2024). Con el tiempo, el proceso inflamatorio y el estrés mecánico crónico desencadenan artrosis severa, dolor y pérdida funcional del miembro.

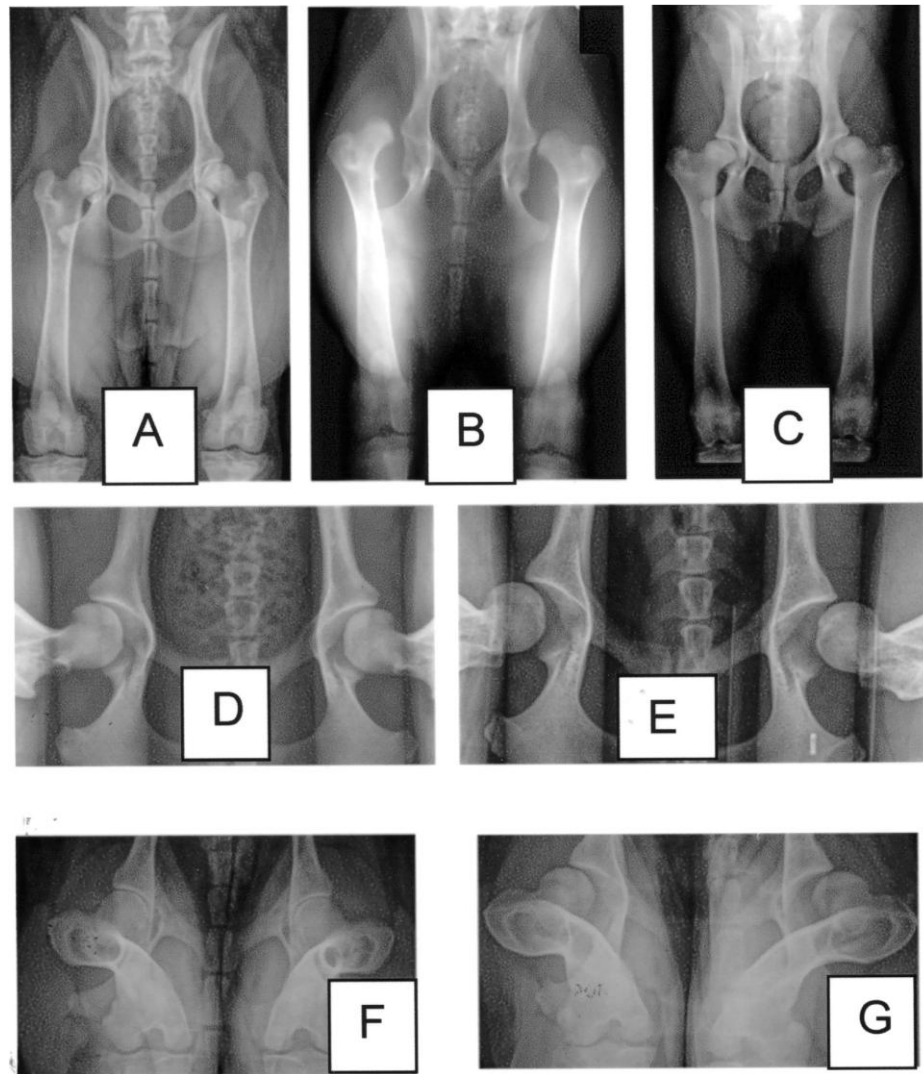


Figura 3. Progresión fisiopatológica de la displasia de cadera hacia la osteoartritis degenerativa. En la parte superior se muestra un perro con conformación normal de cadera (A), caderas displásicas severas y luxadas bilateralmente (B) y displasia de cadera moderada con cobertura incompleta de la cabeza femoral (C). En el centro se muestra una cadera normal (D) y las caderas sueltas de un perro displásico (E). La parte inferior muestra un perro normal en una posición simulada de subluxación dorsolateral con carga de peso (F) y un perro con caderas displásicas subluxadas en la misma posición corporal (G). Tomado de Todhunter et al. (2019)

Así, la corrección quirúrgica mediante reemplazo total de cadera elimina la articulación degenerada, restableciendo la congruencia articular y la transmisión fisiológica de las cargas, reduciendo de forma significativa el dolor y mejorando la movilidad.

2.2.3. Principios biomecánicos del reemplazo total de cadera (THR)

El éxito del reemplazo total de cadera depende de la reproducción precisa del eje mecánico y del equilibrio de fuerzas entre el fémur y el acetábulo. El procedimiento

sustituye las superficies articulares dañadas por una prótesis compuesta por una copa acetabular, una cabeza femoral y un vástago que se fija dentro del canal medular (Tinga et al., 2023).

Existen dos tipos principales de fijación, la cementada, que utiliza polimetilmetacrilato (PMMA) para anclar la prótesis al hueso y la no cementada (BFX, Innoplant, Zurich Mini), basada en osteointegración y crecimiento óseo hacia la superficie porosa del implante (Degórska et al., 2021; Tinga et al., 2023).

Los materiales más comunes incluyen titanio, aleaciones de cromo-cobalto y polietileno de ultra alto peso molecular, seleccionados por su resistencia y biocompatibilidad (Lawson et al., 2024). La elección del tipo de fijación depende del tamaño, edad y densidad ósea del paciente, siendo las prótesis no cementadas las preferidas en animales jóvenes o activos por su durabilidad.

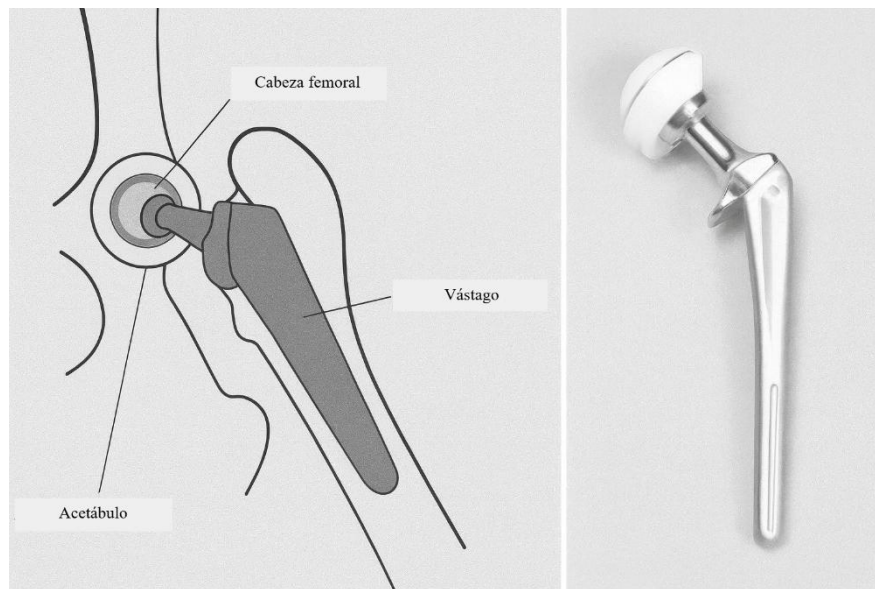


Figura 4. Esquema (izquierda) y foto (derecha) de los componentes protésicos utilizados en el reemplazo total de cadera (RTC) canino. Tomado de <https://vetbloom.com/total-hip-replacement/>

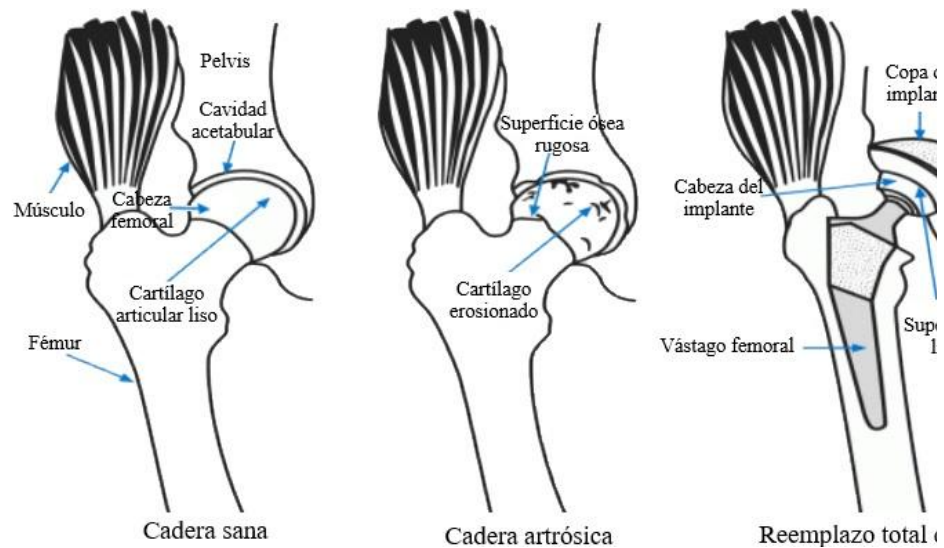


Figura 5. Progresión de la artrosis coxofemoral y corrección mediante reemplazo total de cadera. Tomado de <https://swvetsurgery.com/services/orthopedic-surgery/total-hip-replacement/>

2.2.4. Selección del paciente y planificación preoperatoria

La selección adecuada del candidato es determinante para el éxito del procedimiento de reemplazo total de cadera, para lo cual se deben considerar variables como edad, peso corporal, grado de degeneración articular y ausencia de comorbilidades neurológicas o infecciosas (Erickson et al., 2025). Los estudios radiográficos son esenciales para la planificación, utilizando sistemas de calibración que permiten estimar con precisión el tamaño del implante y el ángulo de osteotomía (Minto et al., 2016). La morfología del trocánter mayor también debe considerarse, ya que puede influir en la posición postoperatoria del vástago sin cemento (Silveira et al., 2022).

Para lograr una adecuada planificación preoperatoria, se recomienda el uso de marcadores de calibración externos en las radiografías, lo que mejora la precisión del templating digital para la artroplastia total de cadera (Ries et al., 2023). Esta aproximación facilita la selección precisa de componentes protésicos, minimizando la discrepancia de longitud de las extremidades y optimizando la biomecánica de la cadera (Olmedo-García et al., 2018). Una correcta planificación incluye trazar una línea horizontal que una ambas tuberosidades isquiáticas en una radiografía anteroposterior de pelvis, verificando que incluya ambas corticales femorales, y marcando el punto más proximal de ambos trocánteres menores (Murcia et al., 2006).

Posteriormente, se mide la distancia desde el punto proximal del trocánter menor hasta la línea bisquiática para evaluar la longitud de la pierna y estimar la discrepancia de longitud de los miembros inferiores, si la hubiera (King, 2017; Murcia et al., 2006). La restauración de la biomecánica fisiológica de la articulación de la cadera es crucial, y la planificación preoperatoria con tomografía computarizada permite generar un modelo 3D del paciente para determinar el tamaño, tipo y posición óptimos del implante (Bullock et al., 2022). Esta metodología avanzada posibilita la simulación de la artroplastia total de

cadera y la selección de componentes protésicos adecuados, minimizando el riesgo de discrepancia en la longitud de las extremidades y el desplazamiento temprano del implante (Callupe et al., 2023; Kaiser et al., 2023).

El desarrollo de herramientas digitales como el sistema de marcador de magnificación escalonado (MMS) ha mejorado notablemente la exactitud de la planificación preoperatoria, alcanzando hasta un 94 % de concordancia entre el tamaño proyectado y el implante real (Siemon et al., 2023).

2.2.5. Técnica quirúrgica y manejo postoperatorio

El procedimiento quirúrgico se realiza bajo anestesia general e implica la exposición de la articulación mediante abordaje cráneo-lateral, luxación controlada de la cabeza femoral, fresado acetabular y colocación de los componentes protésicos. En este tipo de intervención, la correcta orientación del vástago y la copa es crítica para evitar luxaciones y aflojamientos. Por lo tanto, la planificación preoperatoria con modelos 3D y simulaciones de inteligencia artificial optimiza la colocación de la copa acetabular y el vástago femoral, asegurando un ajuste preciso y minimizando complicaciones postoperatorias (Huo et al., 2021). El empleo de herramientas avanzadas como la inteligencia artificial para la planificación preoperatoria permite una identificación precisa de la morfología acetabular y femoral, sugiriendo el tamaño óptimo de la prótesis (Huo et al., 2021). Además, tanto los modelos 3D y la bioimpresión pueden guiar la identificación precisa del acetábulo durante la cirugía, validando los hallazgos anatómicos con el modelo impreso (Callupe et al., 2023).

Con relación al manejo postoperatorio, se incluyen prácticas como el uso de analgesia multimodal, administración de antibióticos profilácticos, reposo en jaula y fisioterapia progresiva para restaurar la movilidad. La mayoría de los pacientes retoman el apoyo parcial entre 24 y 48 horas después de la cirugía, con resultados funcionales óptimos a las 6–8 semanas (Mutlu et al., 2024).

2.2.6. Resultados clínicos y pronóstico funcional

Diversos estudios han demostrado tasas de éxito superiores al 90 %, con mejorías significativas en el rango de movimiento y en la calidad de vida del perro (Allaith et al., 2023). En perros de razas grandes, la recuperación completa suele ocurrir entre 1 y 3 meses, dependiendo del estado físico y de la adherencia al protocolo de rehabilitación que se manifiesta en una reducción notable de la claudicación y el dolor, con puntuaciones que disminuyen progresivamente en las semanas y meses postoperatorios (Bernardi-Villavicencio et al., 2020). Aunque la osteotomía de cabeza y cuello femoral es una alternativa de rescate, el reemplazo total de cadera supera consistentemente sus resultados funcionales, especialmente en perros de razas grandes, donde la Osteotomía de cabeza y cuello femoral (*Femoral Head and Neck Ostectomy*) a menudo resulta en dolor persistente y atrofia muscular (Ober et al., 2018). La evaluación postoperatoria mediante tomografía computarizada en casos de osteotomía de cabeza y cuello femoral ha revelado resultados insatisfactorios con limitaciones funcionales y atrofia muscular, lo que subraya la superioridad del reemplazo total de cadera (Ober et al., 2018).

Entre las complicaciones más comunes en este tipo de intervenciones se incluyen la luxación del implante (4–6 %), aflojamiento aséptico (2–3 %) y fractura femoral (<1 %) (Vezzoni et al., 2023). En casos de fallas protésicas, la revisión quirúrgica o el uso de implantes personalizados en 3D ha demostrado ser una alternativa efectiva (Kang et al.,

2022). Aunque la artroplastia total de cadera se considera el estándar de oro para el tratamiento de patologías de cadera en caninos, el éxito de esta puede estar influenciado por la morfología del trocánter mayor, el cual influye en la posición postoperatoria del vástago sin cemento (Silveira et al., 2022). Además, la densidad ósea y la calidad del hueso subcondral en la metáfisis femoral proximal son factores críticos que deben evaluarse para asegurar una fijación estable del implante a largo plazo (McCartney & Ober, 2023). Factores como la técnica quirúrgica, la experiencia del cirujano y el manejo postoperatorio son determinantes en la prevención de complicaciones y en la consecución de resultados clínicos óptimos (McCartney & Ober, 2023).

2.2.7. Impacto científico y proyección del THR en medicina veterinaria

El reemplazo total de cadera representa un hito en la evolución de la cirugía veterinaria moderna. Su implementación no solo mejora la calidad de vida de los pacientes, sino que también eleva el estándar profesional al integrar tecnologías de vanguardia como la impresión 3D, la navegación asistida por imagen y el uso de biomateriales osteoconductores.

Estos avances han permitido la creación de implantes específicos para pacientes, optimizando la adaptación y reduciendo las complicaciones postoperatorias, particularmente en razas pequeñas donde el reemplazo micro-total de cadera (mTHR) ha demostrado ser una solución efectiva para diversas patologías coxofemorales (Kang et al., 2022). Aunque inicialmente los implantes cementados fueron el estándar, la tecnología ha evolucionado hacia los implantes sin cemento, que dependen de un ajuste preciso y una preparación meticulosa para lograr el contacto directo entre el implante y el hueso (Lawson et al., 2024). Esta integración permite una osteointegración a largo plazo, reduciendo la incidencia de aflojamiento aséptico, una complicación frecuente con los componentes cementados (Kang et al., 2022). El aflojamiento aséptico de los componentes femorales y acetabulares es la complicación tardía más común en el THR cementado en perros, representando más de la mitad de los implantes examinados post-mortem y siendo el principal impulsor de la osteólisis mediada por residuos de desgaste (Kang et al., 2022). La evolución de los diseños protésicos, como el sistema Innoplant, ha buscado mitigar estas preocupaciones mediante componentes atornillados que promueven una mayor estabilidad en la interfaz hueso-implante, minimizando la micromoción y el blindaje por estrés (McCartney & Ober, 2023).

En el contexto latinoamericano, la difusión de la técnica y la formación de cirujanos especializados permitirá reducir la brecha tecnológica existente y consolidar un modelo de cirugía reconstructiva de alta complejidad. Estudios recientes con prótesis personalizadas y materiales bioactivos (Inoue & Kuroda, 2025; Kokkinos et al., 2025) abren nuevas perspectivas hacia la regeneración ósea guiada y la cirugía mínimamente invasiva. Por ejemplo, la utilización de jaulas acetabulares impresas en 3D y personalizadas ha demostrado ser una alternativa eficaz para casos de revisión con defectos óseos severos (Kang et al., 2022). La precisión en la colocación de estos implantes personalizados es crucial para el éxito del procedimiento, evitando complicaciones como el desgaste acelerado y la luxación (W. Zheng et al., 2023). Además, la incorporación de superficies porosas en estos implantes personalizados mejora la osteointegración, proporcionando estabilidad a largo plazo al estimular el crecimiento óseo dentro de la estructura del implante (Dias et al., 2024; Kang et al., 2022). Mientras que los implantes cementados logran una estabilidad inmediata tras la

implantación, los implantes sin cemento dependen de un ajuste mecánico firme y la subsiguiente integración ósea biológica (Wang et al., 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio fue desarrollado dentro de un enfoque de investigación cualitativa de tipo descriptivo, el cual, acuerdo con Hernández-Sampieri & Mendoza (2018), tiene como objetivo especificar las características de un fenómeno o proceso dentro de un contexto determinado y así mostrar las dimensiones de dicho fenómeno o proceso. Tomando como base lo señalado, el objetivo de la presente investigación fue documentar y detallar las características, pasos y particularidades del proceso operatorio de reemplazo total de caderas en perros, con lo que se busca proporcionar información clara y estructurada sobre cómo se lleva a cabo el procedimiento, destacando su innovación, ventajas, y posibles aplicaciones.

3.2. Prueba de Hipótesis

El reemplazo total de cadera es una cirugía adecuada para los problemas de displasia de cadera en caninos.

3.3. Recolección de información

El estudio consistió en realizar un reemplazo total de cadera usando el sistema *Replacement Blue Sao* en un paciente perro a ser seleccionado de mutuo acuerdo con el propietario. Previo a la intervención, se administró medetomidina (0,02 mg/kg IM), synthadon (0,5 mg/kg IM), meloxicam (0,2 mg/kg SC) y cefazolina (22 mg/kg IV) como premedicación. Posteriormente, se administró anestesia con propofol (3 mg/kg IV) y el paciente fue mantenido con isoflurano (1000 mg/g).

La intervención de reemplazo total de cadera se inicia con una incisión lateral sobre el trocánter mayor del fémur, en línea recta, con el objetivo de acceder al área del fémur. Se colocan separadores Guelpis para permitir la exposición adecuada de la cabeza y cuello femoral. Posteriormente, se realiza un corte preciso de estos componentes óseos, los cuales son extraídos con cuidado. Una vez extraída la cabeza femoral, se coloca un separador Hofman para exponer el acetábulo, lo que permite escarearlo adecuadamente. A continuación, se procede a impactar la copa acetabular en su lugar, asegurando una correcta adaptación. A continuación, se trabaja sobre el canal medular del fémur para insertar el vástago, utilizando un perno para asegurar su fijación. Con la ayuda de un trial, se mide el tamaño adecuado de la cabeza femoral que será utilizada, y se procede a impactarla de manera precisa en el acetábulo. Finalmente, se reduce cuidadosamente la luxación, permitiendo que la cabeza femoral encaje perfectamente con la copa acetabular, restaurando la funcionalidad de la articulación de la cadera.

Una vez terminada la operación, se prescribió reposo estricto en jaula durante 6 a 8 semanas, con administración de cefalexina (15 mg/kg por vía oral), gabapentina (15 mg/kg por vía oral) y paracetamol (10 mg/kg por vía oral) durante 5 días dos veces al día y meloxicam (0,1 mg/kg por vía oral) durante 5 días una vez al día. La bipedestación asistida fue recomendada cuatro semanas después de la operación.

Adicionalmente, se sugirió la realización de un examen ortopédico de seguimiento a las 4 semanas después de la operación y un examen radiográfico a las 12 semanas después de la operación para descartar aflojamiento o cambios en la posición del implante, ausencia de radiolucidez de la interfaz hueso-implante y algún tipo de hundimiento del vástago femoral.

Entre las variables respuesta evaluadas se incluyeron: el tamaño de la cabeza femoral, acople de la copa y fricción del vástago.

a. Tamaño de la cabeza femoral

El tamaño adecuado de la cabeza femoral con respecto al tamaño de la copa fue considerado como un elemento clave para asegurar el éxito del reemplazo.

b. Acople de la copa

Se verificó que la copa no se desprenda y que su anterversión y retroversión fueron las adecuadas.

c. Fricción del vástago

Se verificó que el vástago no mostrara roce o fricción con ninguna cortical del fémur para evitar la ocurrencia de alguna fractura.

3.4. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Dado que no se trata de un diseño experimental, los datos fueron presentados de manera descriptiva de todo el proceso desde el período preoperatorio, período operatorio y postoperatorio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Selección del candidato idóneo para el reemplazo total de cadera (THR) en perro

Se presentó a evaluación clínica un paciente de la raza Golden Retriever de cuatro años de edad que había sufrido atropellamiento por vehículo. Los primeros auxilios fueron realizados a domicilio por un Médico Veterinario, quien recomendó evaluación de un especialista en Traumatología y Ortopedia.

Al ingresar a consulta en traumatología, la paciente de nombre “Timona” fue sometida a evaluación clínica, radiográfica y funcional, con el fin de valorar el estado general de la paciente y la severidad de la patología de cadera.

La valoración clínica mostró que las constantes fisiológicas se encontraban dentro de los parámetros normales; con una temperatura corporal de 38,5 °C, frecuencia cardíaca de 104 latidos por minuto y presión arterial 109/58 mm de Hg., tiempo de llenado capilar 3 segundos, frecuencia respiratoria 25 por minuto, turgencia de la piel normal, estado de ánimo en alerta, plan de vacunación y desparasitación al día.

Adicionalmente, los resultados del análisis de sangre y laboratorio en la paciente revelaron diversos parámetros que ofrecieron información sobre su estado clínico, especialmente después del atropellamiento sufrido (Tabla 1). Con relación al hemograma y parámetros hematológicos se encontró que los leucocitos (LEU) están dentro de los valores normales ($7,34 \times 10^9/L$), lo que sugiere que no hay una infección bacteriana activa significativa. Sin embargo, dado el traumatismo sufrido, es posible que el cuerpo haya experimentado una leve respuesta inflamatoria que no ha afectado gravemente la cifra de leucocitos. Se observó un valor alto de neutrófilos (NEU) ($5,22 \times 10^9/L$), lo que podría reflejar una ligera reacción inflamatoria aguda, como sería de esperar tras un trauma físico, aunque no es excesivamente elevado para indicar una infección. Adicionalmente, los niveles bajos de eosinófilos (EOS) y basófilos (BAS), sugieren que no hay una respuesta alérgica o parasitaria activa en este momento.

Por otra parte, los valores de plaquetas (PLT) están elevados ($423 \times 10^9/L$), lo que podría ser una respuesta al trauma, ya que las plaquetas juegan un papel clave en la coagulación. Esto puede indicar un proceso de cicatrización o posible sangrado asociado al atropellamiento. Los valores de hematocrito (HCT) y hemoglobina (Hb) se encuentran dentro de los límites normales (45,28% y 15,7 g/dL, respectivamente), lo que indica que no hay signos de anemia, lo cual es importante dado que los traumatismos pueden llevar a pérdidas sanguíneas significativas.

Con relación a los parámetros bioquímicos, los valores son mostrados en la tabla 2. Los niveles de glucosa (GLU) se ubicaron en el rango normal (105 mg/dL), lo

que indica que no hay signos evidentes de hipoglucemia o problemas metabólicos agudos relacionados con el trauma. Con relación a los niveles de electrolitos [sodio (Na^+) y potasio (K^+)] son normales (153 mmol/L y 4,3 mmol/L de sodio y potasio, respectivamente), lo que sugiere una buena función renal y equilibrio electrolítico en el animal. La deshidratación o el shock suelen alterar estos parámetros, pero en este caso no hay evidencia de problemas significativos.

Tabla 1. Resultados del análisis de sangre de la paciente previo a la cirugía de reemplazo total de cadera

Parámetro	Resultado	Valor de Referencia
LEU (Leucocitos)	$7,34 \times 10^9/\text{L}$	6,00
LIN (Linfocitos)	$1,36 \times 10^9/\text{L}$	1,00
MON (Monocitos)	$0,49 \times 10^9/\text{L}$	0,20
NEU (Neutrófilos)	$5,22 \times 10^9/\text{L}$	3,00
EOS (Eosinófilos)	$0,18 \times 10^9/\text{L}$	0,00
BAS (Basófilos)	$0,10 \times 10^9/\text{L}$	0,00
LYM% (Porcentaje de linfocitos)	18,5%	100%
MON% (Porcentaje de monocitos)	6,7%	100%
NEU% (Porcentaje de neutrófilos)	71,1%	100%
EOS% (Porcentaje de eosinófilos)	2,5%	100%
BAS% (Porcentaje de basófilos)	1,3%	100%
ERI (Eritrocitos)	$6,77 \times 10^{12}/\text{L}$	5,50
Hb (Hemoglobina)	15,7 g/dL	12,0
HCT (Hematocrito)	45,28%	37,00
VCM (Volumen Corpuscular Medio)	67 fL	60
HCM (Hemoglobina Corpuscular Media)	23,1 pg	19,5
CHCM (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media)	34,6 g/dL	31,0
RDWc (Amplitud de Distribución de los Glóbulos Rojos)	18,8%	14,0
RDWs (Amplitud de Distribución de los Glóbulos Rojos)	47,7 fL	-
PLT (Plaquetas)	$423 \times 10^9/\text{L}$	165
VPM (Volumen Plaquetario Medio)	8,9 fL	3,9

PCT (Trombocrito)		0,38%	-
PDWc (Amplitud de Distribución de Plaquetas)		34,4%	-
PDWs (Amplitud de Distribución de Plaquetas)		13,1 fL	-

En cuanto a los niveles de proteínas totales (TP) (7,7 g/dL) y albúmina (ALB) (3,9 g/dL) están dentro de los rangos normales, lo que indica una función hepática y nutricional adecuada. La albúmina, en particular, es crucial para la función de los vasos sanguíneos y la regulación de la presión oncótica, y su valor sugiere que no hay signos de pérdida proteica significativa, como podría ocurrir con un trauma grave. Finalmente, el contenido de bilirrubina Total (TBIL) (0,3 mg/dL) está dentro del rango normal, sin signos de ictericia o problemas hepáticos graves, que son signos frecuentes en traumatismos severos.

En general, los resultados del análisis de sangre y laboratorio indican que el paciente está experimentando una respuesta inflamatoria leve y controlada tras el atropellamiento, con un manejo adecuado de la coagulación y sin signos de infección grave o anemia. Los parámetros de función renal y hepática están dentro de los rangos normales.

Tabla 2. Resultados del análisis de laboratorio de la paciente previo a la cirugía de reemplazo total de cadera

Parámetro	Resultado	Valor de Referencia
BUN (Urea)	12 mg/dL	7-25 mg/dL
CRE (Creatinina)	0,8 mg/dL	0,3-1,4 mg/dL
ALT (Alanina Aminotransferasa)	39 U/L	10-118 U/L
ALP (Fosfatasa Alcalina)	107 U/L	20-150 U/L
AST (Aspartato Aminotransferasa)	30 U/L	14-45 U/L
TBIL (Bilirrubina Total)	0,3 mg/dL	0,1-0,6 mg/dL
GLU (Glucosa)	105 mg/dL	60-110 mg/dL
CA (Calcio)	11,1 mg/dL	8,6-11,8 mg/dL
TP (Proteínas Totales)	7,7 g/dL	5,4-8,2 g/dL
ALB (Albúmina)	3,9 g/dL	2,5-4,4 g/dL
GLOB (Globulina)	3,7 g/dL	2,3-5,2 g/dL
NA+ (Sodio)	153 mmol/L	138-160 mmol/L
K+ (Potasio)	4,3 mmol/L	3,7-5,8 mmol/L
CL- (Cloro)	111 mmol/L	95-119 mmol/L
tCO2 (Bicarbonato Total)	23 mmol/L	12-27 mmol/L

Al caminar se observó claudicación de la extremidad posterior izquierda, con muestras de dolor intenso y signos de agresividad a la palpación. Por lo tanto, se

recomendó la realización de Rx de miembros pélvicos completos y cadera mediante sedación de la paciente, debido a que existían indicios de la ocurrencia de fractura o luxaciones del mismo. Al colocar a la paciente en posición ventro-dorsal y latero-lateral, se observó una luxación coxofemoral del miembro izquierdo, lo cual se describe como una ruptura del ligamento redondo el cual sujeta la cabeza femoral al acetábulo, provocando el desplazamiento de la cabeza femoral desde la fosa acetabular y, produciendo, en consecuencia la ruptura de la cápsula articular con desplazamiento dorsal del ala ilíaca izquierda, lo que es causante de dolor por el roce de la cabeza femoral al hueso iliaco (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Rx ventro-dorsal de la pelvis de la paciente al momento del ingreso, nótese luxación coxofemoral del miembro izquierdo por una ruptura del ligamento redondo que sujeta la cabeza femoral al acetábulo, provocando el desplazamiento de la cabeza femoral desde la fosa acetabular



Figura 7. Rx latero-lateral mostrando la luxación de la cabeza del fémur



Figura 8. Rx del miembro derecho (sano) usada para evaluar el acetábulo y medir el vástago a ser usado en la cirugía del miembro izquierdo (con luxación)

4.2. Implementación del protocolo quirúrgico y postoperatorio estandarizados del reemplazo total de cadera (THR)

4.2.1. Protocolo anestésico para reemplazo total de cadera

a. Preparación preoperatoria y premedicación

La paciente fue ingresada en ayuno de 8 horas para sólidos y 4 horas para agua. Se realizó evaluación preanestésica completa (exploración física, palpación de pulso femoral, auscultación cardiopulmonar y revisión de movilidad dolorosa de la cadera afectada), confirmándose la clasificación ASA II. Antes de la sedación se canalizó una vena cefálica con catéter 20 G y se inició fluidoterapia de mantenimiento (2–3 ml/kg/h) para asegurar acceso venoso durante todo el procedimiento.

Como premedicación se administró dexmedetomidina a 5 µg/kg, lo que correspondió a 0,2 ml IV de la solución disponible (0,5 mg/ml) según el cuadro anestésico original. La administración fue lenta para evitar bradicardia abrupta. La paciente respondió con sedación adecuada, disminución del nivel de ansiedad y buena contención, sin presentar vómito ni excitación.

b. Inducción anestésica

Tras alcanzar sedación estable, se procedió a la inducción intravenosa combinada con propofol (2%) a 2 mg/kg y ketamina (100 mg/ml) a 2 mg/kg, administrados de forma lenta hasta lograr la pérdida del reflejo laríngeo y una relajación muscular suficiente para la intubación. Para el peso de 22,3 kg esto implicó 2,23 ml de propofol IV y 0,44 ml de ketamina IV que permitió reducir el requerimiento de propofol, mantener presión arterial dentro de rangos aceptables y conservar cierto tono simpático útil en cirugías ortopédicas prolongadas. Finalmente, se realizó intubación orotraqueal con sonda cuffada de diámetro apropiado y se conectó de inmediato al sistema anestésico circular.

c. Mantenimiento anestésico

El mantenimiento se efectuó con sevoflurano a un rango de 2–3 CAM, estabilizándose en 2,5 CAM durante la mayor parte de la intervención quirúrgica. Paralelamente se instauró una analgesia multimodal por infusión continua mediante la mezcla FLK (fentanilo–lidocaína–ketamina), con las siguientes dosis: fentanilo 5 µg/kg en dosis de carga (DC) + 5 µg/kg/h en CRI→ 2,23 ml (DC) + 2,23 ml/h; lidocaína 2% 1 mg/kg en DC + 1 mg/kg/h en CRI→ 1,1 ml (DC) + 1,1 ml/h y ketamina 0,6 mg/kg en DC + 0,6 mg/kg/h en CRI→ 0,13 ml (DC) + 0,13 ml/h.

La mezcla se preparó en una sola jeringa de 20 ml para 3 horas de cirugía, con un volumen total de 10,4 ml y se administró en bomba de jeringa a 3,4 ml/hora, lo que aseguró la aplicación secuencial de las dosis de carga (pasadas IV lentas al inicio) y luego el aporte estable de opioide, anestésico local y antagonista NMDA durante todo el periodo de osteotomía, fresado acetabular y colocación del vástago femoral.

Durante el mantenimiento, la paciente se mantuvo hemodinámicamente estable, con frecuencia cardíaca dentro del rango esperado para una perra adulta sedada, pulsos periféricos adecuados y tiempo de llenado capilar menor a 2 seg. No se requirió el uso de vasopresores. La presión arterial se mantuvo dentro de valores clínicamente aceptables para una cirugía ortopédica (≥ 65 mmHg) y la ventilación fue espontánea y efectiva; no se evidenciaron episodios de hipoxemia.

d. Recuperación y analgesia posoperatoria

Finalizada la colocación del implante, se redujo gradualmente el sevoflurano hasta suspenderlo, manteniendo la CRI analgésica hasta el cierre por planos. En la fase de recuperación inmediata se administró meloxicam 0,1 mg/kg IV (2,23 ml) como antiinflamatorio no esteroideo, y se indicó morfina 0,35 mg/kg IV cada 12 h por 2 días (0,78 ml/dosis) para sostener la analgesia en el periodo de mayor dolor posquirúrgico.

La paciente despertó tranquila, orientada y con dolor controlado, sin vocalización, con interacción adecuada con el entorno y sin signos de disforia por ketamina, lo que indicó que el enfoque multimodal fue suficiente para este procedimiento de alta nocicepción.

El reemplazo total de cadera en caninos es una de las intervenciones ortopédicas más invasivas dentro de la traumatología veterinaria, caracterizada por una estimulación nociceptiva intensa y prolongada (Meeson et al., 2019). Por tanto, la anestesia en estos pacientes debe sustentarse en el principio del anestésico balanceado, combinando hipnosis, relajación y analgesia preventiva que constituye un modelo multimodal que integró el uso de dexmedetomidina, propofol, ketamina, sevoflurano y una infusión continua de fentanilo-lidocaína-ketamina (FLK) que ha mostrado tener una eficacia comprobada para este tipo de procedimientos (Bailey et al., 2025).

El uso de dexmedetomidina (5 μ g/kg IV) como agente premedicante fue apropiado para una paciente ASA II, ya que proporciona sedación profunda, analgesia basal y reducción significativa de los requerimientos de anestésicos inhalatorios y endovenosos. Los agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos, al disminuir la liberación presináptica de norepinefrina, inducen bradicardia y vasoconstricción transitoria, pero su efecto neto sobre la perfusión tisular suele ser clínicamente tolerable en animales sanos (Flaherty, 2013; Murrell & Hellebrekers, 2005). Además, el uso de bajas dosis fraccionadas, como en este caso, minimiza los efectos adversos hemodinámicos y mantiene una sedación controlable (Di Franco et al., 2023; L. Zheng et al., 2024).

El uso de dexmedetomidina se justifica por su efecto analgésico central, además de su efecto sinérgico con opioides y ketamina que, en conjunto permiten disminuir hasta un 50% las necesidades de inducción y mantenimiento anestésico (Giovannitti et al., 2015), traduciéndose en menor hipotensión y mejor perfusión

muscular en cirugías ortopédicas prolongadas, lo que favorece la recuperación funcional posquirúrgica.

La inducción combinada propofol–ketamina se ha consolidado como una estrategia óptima en pacientes ortopédicos, pues equilibra la depresión cardiorrespiratoria del propofol con la estimulación simpática leve inducida por la ketamina (Grubb et al., 2020; Sandhu et al., 2025). Estudios recientes evidencian que esta combinación produce inducción suave, rápida y con mínimos efectos hipotensores, además de conservar el gasto cardíaco y la frecuencia arterial media en rangos seguros (Chen et al., 2023; Elsherbiny et al., 2023).

En el caso de un reemplazo total de cadera, donde se requiere de una duración anestésica prolongada (2–3 h) con pérdida moderada de sangre, es fundamental asegurar la preservación hemodinámica durante la inducción. En este sentido, la ketamina actúa como antagonista de los receptores NMDA, bloqueando la potenciación del dolor y la sensibilización central, lo que contribuye a una recuperación más confortable y disminuye el dolor postoperatorio (Hannon et al., 2023; Murphy et al., 2024).

Con relación al sevoflurano, este se mantuvo en un rango de 2–3 CAM (mínima concentración alveolar), estabilizándose en 2,5 CAM, lo cual concuerda con reportes de eficacia en cirugías ortopédicas mayores en caninos, en las que la CAM de sevoflurano puede reducirse hasta un 30% mediante la administración concomitante de opioides o agonistas α_2 (Akashi et al., 2020). Su bajo coeficiente de solubilidad sanguínea permite ajustes rápidos en la profundidad anestésica y facilita la recuperación controlada, factor decisivo en cirugías prolongadas (Khan et al., 2024).

El eje analgésico del protocolo, la infusión continua (CRI) de fentanilo, lidocaína y ketamina (FLK), representa una de las estrategias más efectivas descritas para el control del dolor multimodal. Esta combinación actúa de manera sinérgica: el fentanilo reduce la transmisión nociceptiva en el asta dorsal espinal, la lidocaína modula la excitabilidad neuronal periférica y la ketamina inhibe la sensibilización central (Akashi et al., 2020; Conterno et al., 2023). Estudios recientes indican que la aparición de emergencias anestésicas agitadas en caninos está fuertemente correlacionada con dolor residual o hipoventilación no resuelta (Mattei et al., 2025). En este sentido, la CRI FLK contribuyó decisivamente a un despertar suave y orientado, característica esencial para la seguridad del paciente y la protección del implante protésico.

4.2.2. Cálculo y selección del vástago femoral

Para la selección del implante se utilizó el software iBlueVet® (Blue SAO Biologica), una herramienta digital de planificación prequirúrgica que permite superponer modelos tridimensionales del implante sobre radiografías digitales estandarizadas en formato DICOM. Este programa, diseñado específicamente para ortopedia veterinaria, facilita la elección precisa del tamaño y orientación del vástago femoral en procedimientos de reemplazo total de cadera.

Las mediciones se realizaron sobre radiografías ortogonales de pelvis y fémur obtenidas en proyección cráneo-caudal y latero-lateral, con el paciente en decúbito dorsal, asegurando una adecuada alineación de ambos fémures y la pelvis. El sistema del software permitió establecer un punto de referencia acetabular y trazar el eje mecánico del fémur, sobre el cual se proyectaron las plantillas virtuales de los diferentes tamaños de vástagos disponibles (de la serie Blue SAO Biologica).

a. Mediciones radiográficas

El cálculo del vástago se basó en la correlación entre el diámetro medular femoral y la longitud total del fémur, determinándose el implante que lograra la mayor ocupación de la cavidad intramedular sin comprometer la cortical ósea. Para ello se utilizaron tres parámetros principales: ancho medular proximal (a nivel del trocánter menor): 13,4 mm; ancho medular medio (a nivel de la diáfisis proximal): 10,8 mm y ancho medular distal (a 2 cm de la unión metafiso-diafisaria): 8,6 mm.

En el programa *iBlueVet®*, la plantilla digital permitió superponer los modelos de vástagos tamaños 6, 7 y 8, visualizándose una mejor adaptación anatómica con el vástago N.º 6, el cual ofrecía una ocupación medular de aproximadamente el 80–85% en el plano mediolateral, manteniendo un grosor cortical uniforme en ambos márgenes (Figura 9). El ángulo cervicodiafisario determinado fue de 45,03°, valor dentro del rango óptimo reportado para garantizar un adecuado eje biomecánico y evitar el varismo del vástago.

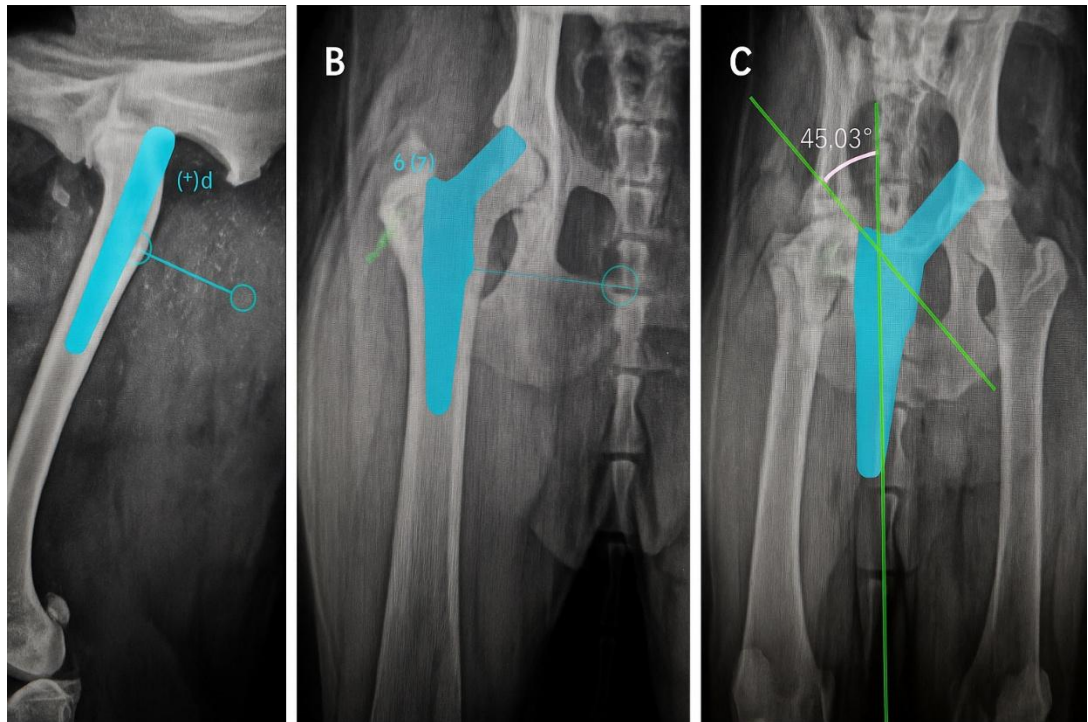


Figura 9. *Cálculo y ajuste digital del vástago femoral con el programa iBlueVet® en la planificación prequirúrgica del reemplazo total de cadera en un perro Golden Retriever (22,3 kg).*

b. Alineación y orientación del implante

El eje del vástago fue proyectado sobre el eje anatómico del fémur mediante el sistema de trazado automático del programa. Se comprobó que el vástago seleccionado mantuviera el alineamiento, sin desviaciones hacia varo o valgo y que la longitud total coincidiera con el punto de apoyo cortical distal. En la vista cráneo-caudal se evidenció una orientación neutra a ligeramente valgizante, lo cual se considera deseable para compensar las fuerzas de carga medial en la fase de apoyo (Lomas et al., 2025). En la proyección latero-lateral, el vástago se observó centrado dentro del canal medular, sin desplazamiento anterior o posterior significativo.

El software *iBlueVet®* calculó además la versión femoral mediante líneas de referencia que conectan el cuello protésico con el eje condilar distal. El resultado de 15° de anteversión femoral se consideró fisiológico y compatible con la orientación acetabular programada, evitando el riesgo de luxación protésica posterior (W. Zheng et al., 2023).

Finalmente, la plantilla digital permitió estimar la longitud del cuello y el diámetro de la cabeza femoral protésica más compatibles con la anatomía acetabular observada, seleccionándose una cabeza de 17 mm con cuello estándar, lo que permitió restablecer el desplazamiento femoral y la longitud del miembro sin alterar el centro de rotación de la cadera. En la planificación prequirúrgica se verificó la coincidencia entre el centro de rotación acetabular y el centro de la cabeza femoral protésica, condición indispensable para una distribución equilibrada de cargas tras la implantación.

4.2.3. Cálculo y selección de la copa acetabular

De manera similar, se utilizó el software *iBlueVet®* (Blue SAO Biologica) para el cálculo y selección de la copa acetabular, considerando la congruencia articular, la orientación anatómica y la restauración del centro de rotación fisiológico.

a. Metodología de medición

Las mediciones se realizaron sobre radiografías digitales en proyección cráneo-caudal de pelvis, obtenidas con el paciente en decúbito dorsal, pelvis alineada y fémures paralelos al eje corporal. El software permitió establecer un punto de referencia en el centro geométrico del acetábulo y trazar el eje acetabular, sobre el cual se proyectaron los modelos virtuales de las copas disponibles (tamaños 18–26 mm).

La calibración del sistema se efectuó con una esfera metálica de referencia de 10 mm, asegurando una escala real de 1:1 y se evaluaron tres criterios principales para la selección final:

- ✓ Cobertura acetabular (porcentaje de contacto entre la copa y el borde acetabular óseo).
- ✓ Orientación acetabular (ángulo de inclinación y anteversión medidos en grados).
- ✓ Centro de rotación restaurado (coincidencia entre el centro de la copa y el centro anatómico original de la cabeza femoral).

El programa *iBlueVet*® arrojó un valor de 22 mm de diámetro como el implante de mejor adaptación (Fig. 10), correspondiente a la Copa Universal Cementless Blue SAO tamaño 22. Este tamaño permitió una cobertura del 90% del borde acetabular, sin extrusión lateral ni perforación del fondo acetabular.

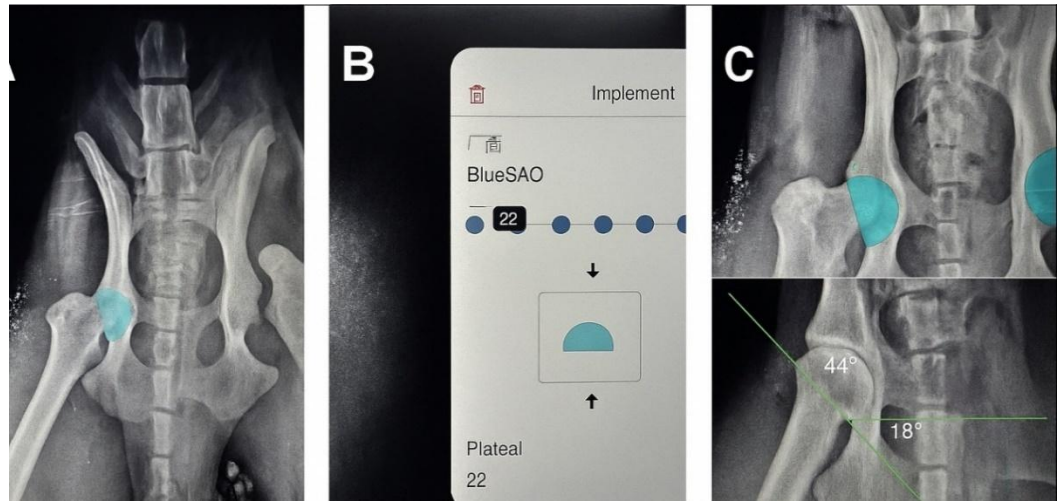


Figura 10. Planificación digital de la colocación de la copa acetabular en el reemplazo total de cadera canina utilizando el software BlueSAO *iBlueVet*®. A-B: Radiografía en proyección cráneo-caudal con la plantilla acetabular seleccionada (tamaño 22), (C) Radiografía cráneo-caudal que ilustra la restauración del centro de rotación, con ángulo de inclinación de 44° y anteversión de 18°.

Mediante las herramientas del software, se establecieron los ejes de referencia para calcular los ángulos de inclinación acetabular (44°) y anteversión (18°), valores dentro de los rangos biomecánicos considerados óptimos para mantener la estabilidad de la prótesis y evitar luxaciones. Según (Allaith et al., 2023), una inclinación entre 40° y 50° y una anteversión de 10° a 20° reproducen las condiciones fisiológicas de carga en perros de razas grandes, equilibrando la presión entre el componente femoral y acetabular.

La profundidad de inserción fue determinada de forma que el borde dorsal de la copa coincidiera con el margen acetabular original, sin sobresalir lateralmente. Este posicionamiento garantiza una adecuada cobertura craneal del implante y mantiene el vector de carga en dirección al centro acetabular, minimizando el riesgo de migración o aflojamiento (Bergvinsson, 2022).

El análisis de superposición digital permitió confirmar la coincidencia entre el eje de la copa y el eje pélvico transversal, lo que asegura una correcta orientación respecto al acetábulo contralateral. Asimismo, la restauración del centro de rotación se verificó alineando el centro de la copa con la línea isquiática, observándose una simetría adecuada. Estos resultados sugieren una correcta integración anatómica y un alto grado de estabilidad potencial del implante. La relación armónica entre el componente acetabular y el vástago femoral previamente calculado garantiza una biomecánica conjunta equilibrada, reduciendo las tensiones de cizalla en la interfase hueso-implante y favoreciendo la osteointegración.

De acuerdo con los valores determinados, se calculó las dimensiones de la cabeza femoral y del perno de acuerdo con la siguiente tabla 3, resultando cabeza femoral de 13+3 y perno 14.

Tabla 3. Hoja de implantes para caderas universales

Copa no cementada	Copa cementada	Cabeza femoral	Vástago cementado	Vástago no cementado	Perno lateral
20/13 mm		13mm+0	4#	4#	+
22/13 mm	21/13 mm	13mm+3	5#	5#	+
		13mm+6	6#	6#	+
24/16 mm	23/16 mm	16mm+0	7#	7#	+
26/16 mm	25/16 mm	16mm+3	8#	8#	+
28/16 mm		16mm+6	9#	9#	+
		16mm+9	10#	10#	+
		16mm+12	11#	11#	+
	27/19 mm	19mm+0	12#	12#	+
30/19 mm	29/19 mm	19mm+3			
32/19 mm	31/19 mm	19mm+6			
34/19 mm	33/19 mm	19mm+9			
		19mm+12			

Tomado de BlueSAOLatam (2024)

4.2.4. Procedimiento quirúrgico: reemplazo total de cadera (THR)

Una vez realizados los cálculos digitales de los componentes protésicos, copa acetabular 22 mm, vástago N.º 6 y cabeza modular 13 +3, se procedió a programar la intervención quirúrgica. El equipo estuvo conformado por un primer cirujano, encargado de la ejecución del procedimiento; un segundo cirujano asistente, responsable del manejo del miembro contralateral y del control de exposición quirúrgica; una tesista, encargada del registro y apoyo técnico; y una instrumentista, responsable de la disposición del instrumental e implantes.

Debido a que el reemplazo total de cadera es una cirugía de alta complejidad y extrema asepsia, no se permitió la presencia de personal adicional en quirófano,

a fin de evitar contaminación cruzada, conforme a las recomendaciones de Zuendt et al. (2023).

a. Preparación y posicionamiento del paciente

La paciente (Golden Retriever, 22,3 kg, ASA II) fue sometida a depilación completa de la extremidad pélvica izquierda, hemipelvis y zona lumbosacra (Fig. 11). Posteriormente se efectuó el baño quirúrgico con gluconato de clorhexidina al 4 %, seguido de antisepsia con alcohol isopropílico al 70 %.

El animal fue colocado en decúbito lateral derecho sobre el posicionador ortopédico específico para THR, dispositivo diseñado para fijar la pelvis y evitar cualquier movimiento que pueda alterar la orientación anatómica durante la cirugía. El posicionador fue ajustado para mantener la pelvis en posición neutral y alineada con el eje de la mesa quirúrgica, tal como recomiendan Marcellin-Little et al. (2021).

Una vez asegurada la posición, se delimitaron los campos quirúrgicos estériles con paños fenestrados y campo adhesivo yodado (Ioban®), que se fijó a la piel para reforzar la barrera estéril (Fig. 12).



Figura 11. *Ubicación del paciente y ajuste en el posicionador su pelvis*



Figura 12. Campos quirúrgicos estériles y campo yodado iovan

b. Abordaje quirúrgico y exposición femoral

Se realizó una incisión cutánea craneal al trocánter mayor, correspondiente al abordaje cráneo-lateral descrito para artroplastias totales caninas de mínima invasión y posteriormente se separaron las fibras del glúteo medio y superficial, exponiendo el trocánter mayor y el cuello femoral mediante separadores de Gelpi (Liska, 2010; Tardiani et al., 2023) (Fig. 13).

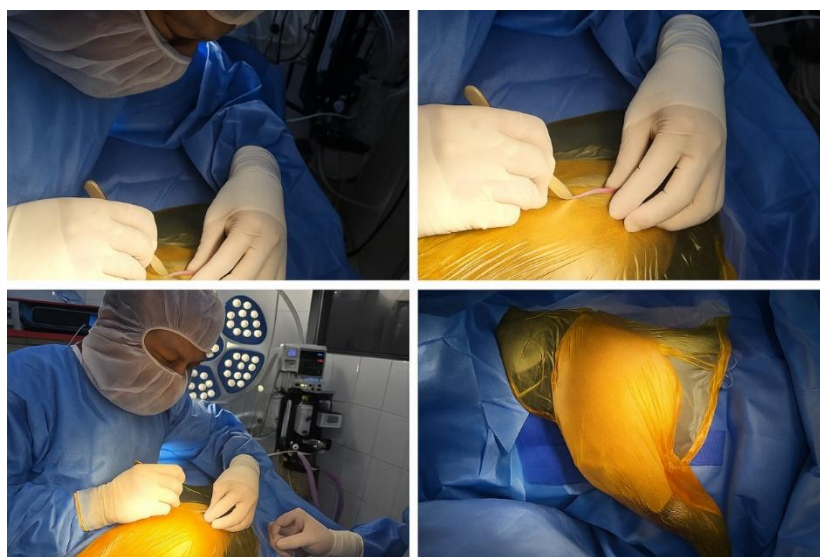


Figura 13. Incidencia craneal al trocánter mayor

Una vez identificada la articulación coxofemoral, se efectuó la luxación controlada y seccionó la cabeza y cuello femoral con sierra oscilante, obteniendo un corte limpio y perpendicular al eje del cuello (Fig. 14). Posteriormente, el fémur fue retraído caudalmente utilizando un separador de Hohmann, lo que permitió exponer completamente la fosa acetabular (Fig. 15).

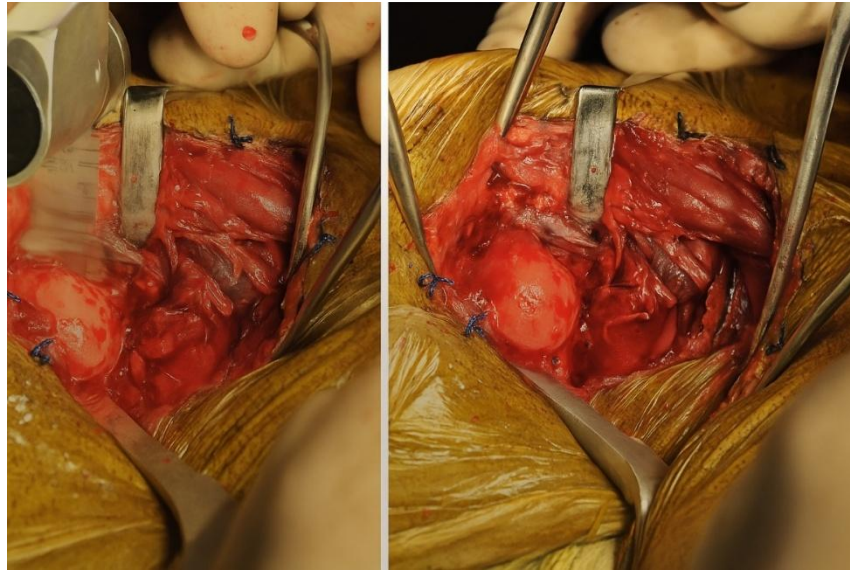


Figura 14. Exposición de la cabeza femoral después de la separación de los músculos con separadores Gelpi para realizar un corte perfecto de cabeza y cuello femoral

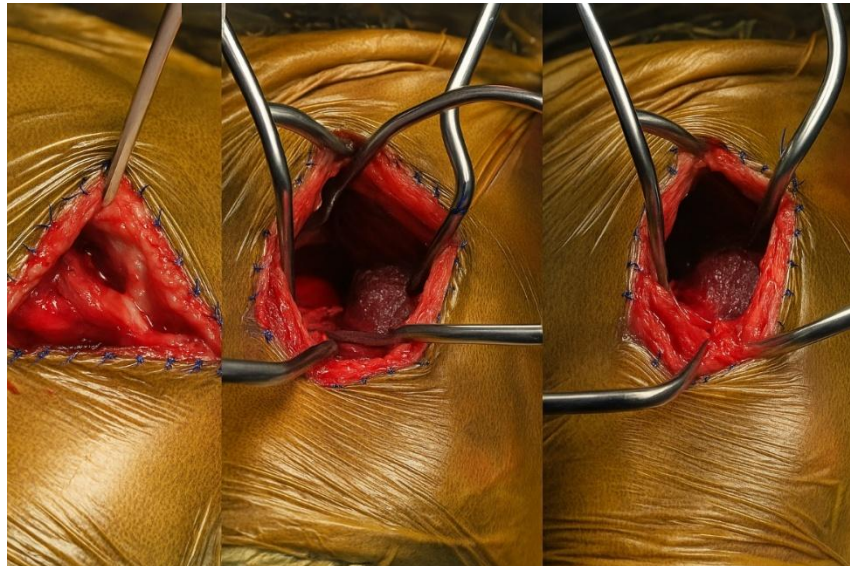


Figura 15. Exposición y preparación de la fosa acetabular durante el reemplazo total de cadera canina

c. Preparación del acetábulo

Se retiraron los restos de tejido fibroso y cartilaginoso de la cavidad acetabular hasta visualizar hueso esponjoso viable. Se realizó el fresado acetabular progresivo con el instrumental del sistema Blue SAO Biológica, inicialmente a 90° y posteriormente a 45° de inclinación, con el objetivo de profundizar la cavidad acetabular y eliminar completamente el cartílago articular, hasta exponer el hueso esponjoso. Esta preparación permite la correcta colocación del implante de prueba y la posterior impactación definitiva de la copa acetabular (W. Zheng et al., 2023) (Fig. 16).

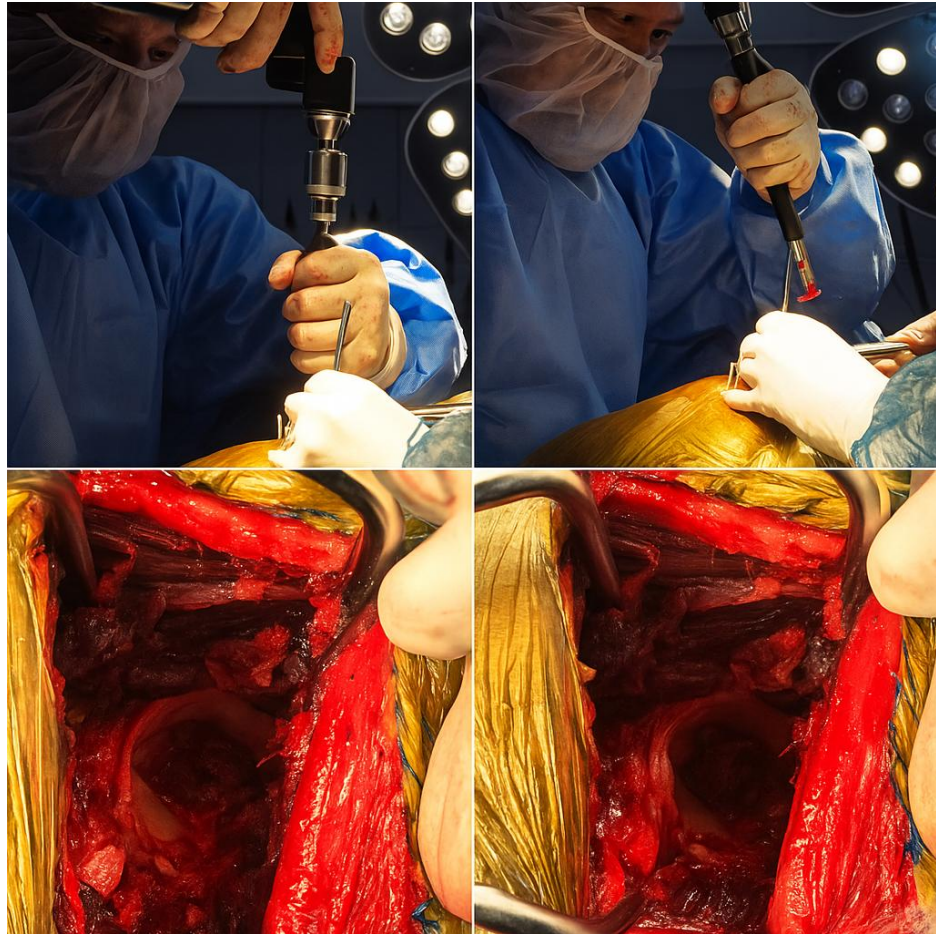


Figura 16. *Fresado acetabular durante el reemplazo total de cadera canina*

Se verificó que el fondo acetabular estuviera libre de irregularidades y se colocó el implante de prueba (trial) para confirmar el ajuste anatómico (Fig. 17). Tras comprobar la congruencia y profundidad adecuadas, se impactó la copa biológica definitiva de 22 mm, verificando que no presentara apertura ni cierre excesivo y que su orientación mantuviera la anteversión fisiológica requerida (Fig. 18).

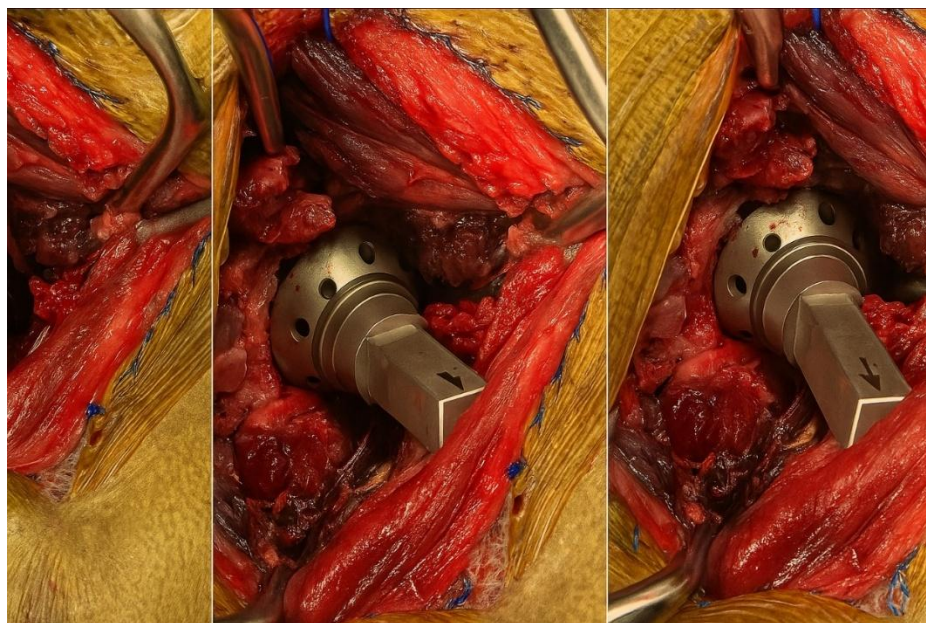


Figura 17. Colocación del implante de prueba y copa acetabular biológica durante el reemplazo total de cadera canina

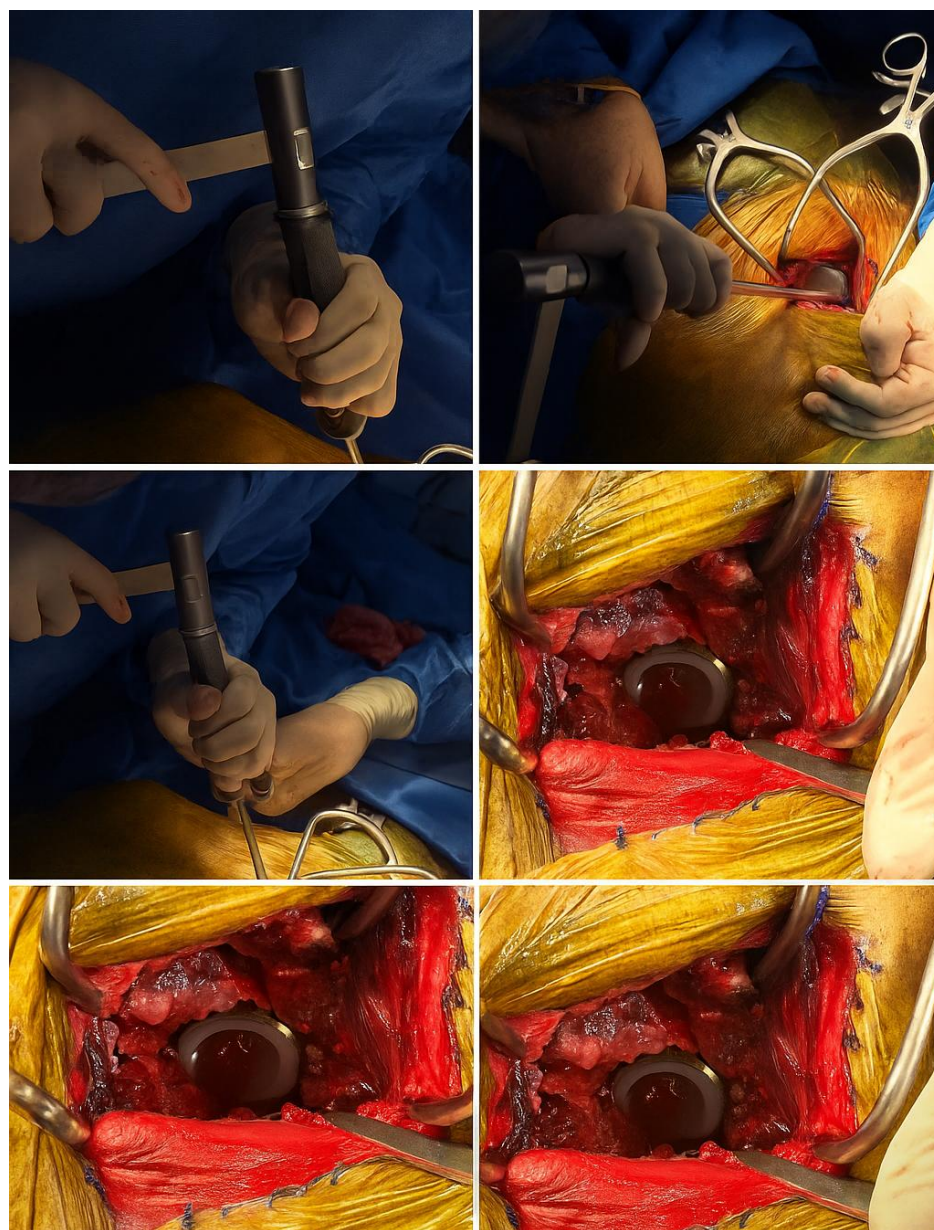


Figura 18. Colocación del implante de prueba y copa acetabular durante el reemplazo total de cadera

d. Preparación del canal femoral y colocación del vástago

El fresado del canal femoral se realizó de forma progresiva empleando las fresas N.º 2, 3, 4, 5, 6 y 7, siguiendo el eje mecánico del fémur y manteniendo irrigación constante con solución fisiológica estéril para evitar necrosis térmica. El proceso permitió ampliar gradualmente el canal medular retirando hueso esponjoso hasta obtener la cavidad adecuada para el vástago N.º 6, previamente determinado por el software iBlueVet® (Fig. 19).

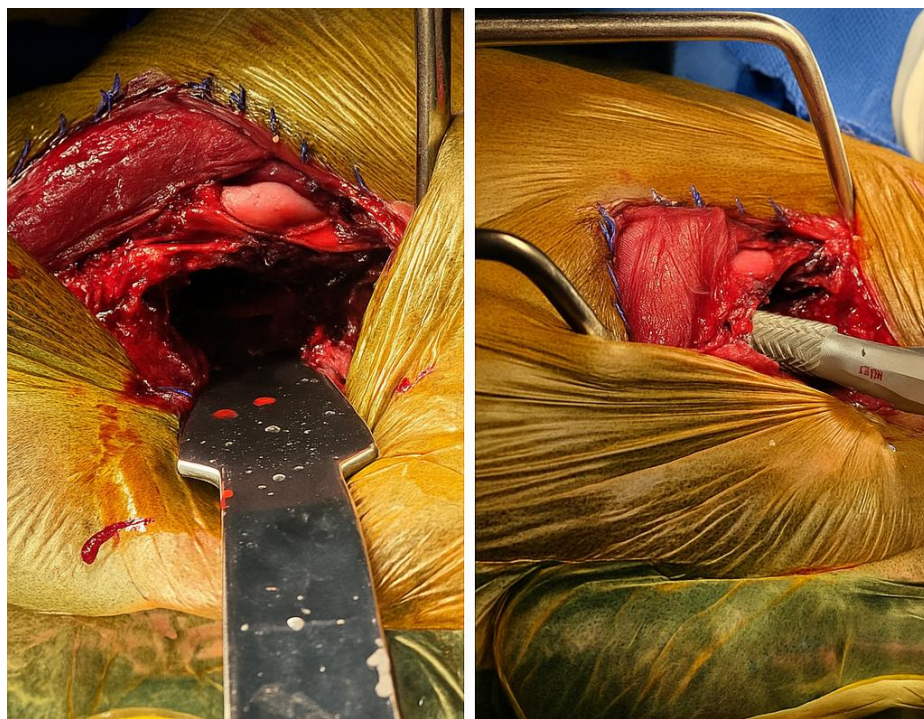


Figura 19. *Preparación progresiva del canal femoral e impactación del vástago protésico durante el reemplazo total de cadera canina*

El vástago se impactó cuidadosamente hasta la marca distal de referencia, garantizando la estabilidad primaria por fricción cortical. Posteriormente, se efectuó la perforación transversal con guía metálica y broca canalada, y se colocó el perno de fijación distal, que estabiliza el implante y evita su rotación.

e. Ensamble final y verificación articular

Con el vástago firmemente fijado, se seleccionó la cabeza modular 13 +3, previamente determinada por los cálculos de planificación. Se acopló al cuello del vástago y se realizó el ensamble final con la copa acetabular biológica (Fig. 20).

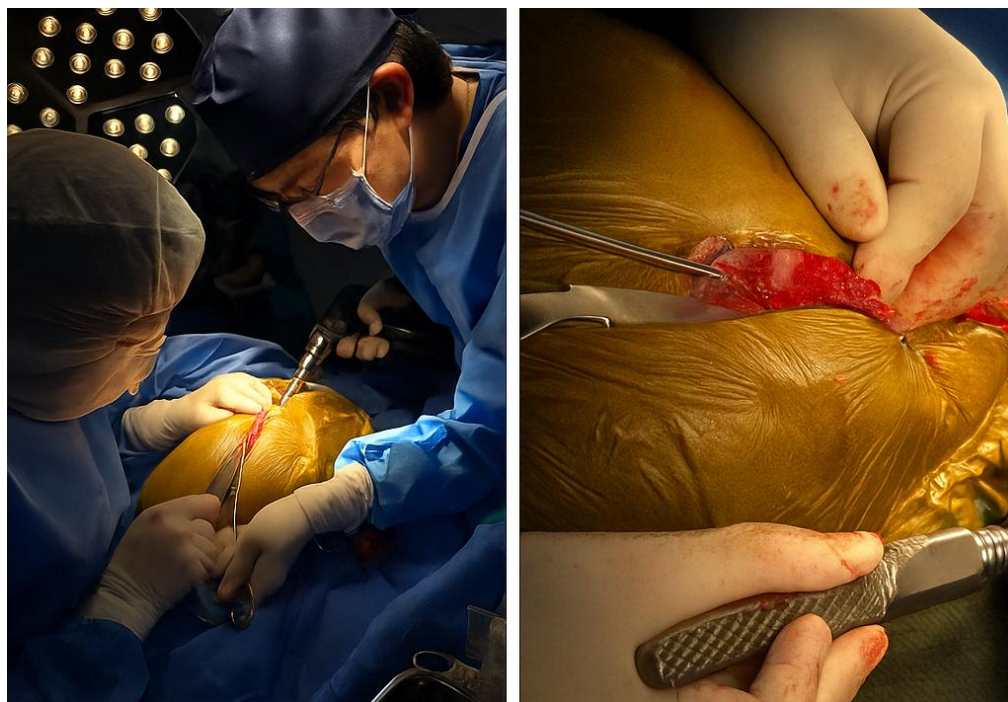


Figura 20. Colocación del perno para ajuste del vástago

Se llevaron a cabo pruebas de rango de movimiento, flexión, extensión, abducción y rotación, verificando la congruencia articular, ausencia de luxación y movilidad fluida. No se evidenció laxitud ni interferencia mecánica, confirmando el correcto acoplamiento de los componentes (Fig. 21).

f. Cierre y control postoperatorio inmediato

Una vez verificada la estabilidad del implante, se irrigó el campo quirúrgico con solución salina estéril abundante, eliminando restos de hueso y detritos metálicos. Se procedió al cierre por planos anatómicos: fascia con sutura absorbible poliglactina 910

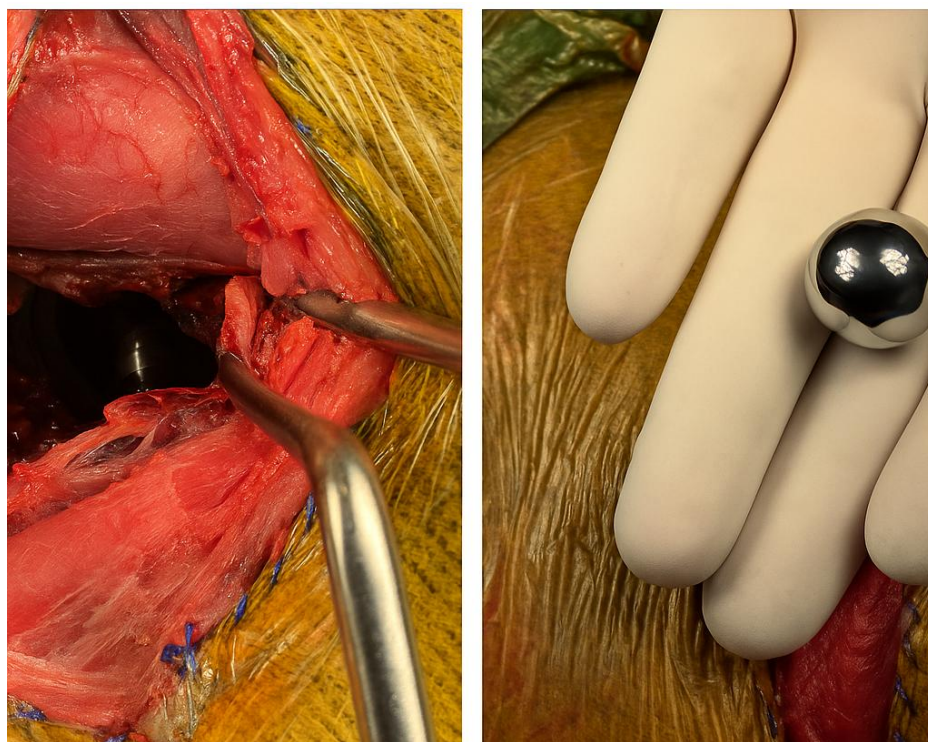


Figura 21. *Colocación de la cabeza femoral del implante*

(2-0), tejido subcutáneo con monofilamento absorbible (3-0) y piel con nylon monofilamento (2-0) en patrón simple discontinuo.

Tras el cierre completo, se notificó al anestesista para iniciar la recuperación controlada del paciente. Durante el despertar no se observaron signos de dolor ni agitación, manteniéndose los parámetros vitales dentro del rango fisiológico. Finalmente, se realizó un control radiográfico inmediato postoperatorio para confirmar la correcta posición de la copa, el vástago y la cabeza protésica, sin desplazamientos ni alteraciones angulares (Fig. 22).

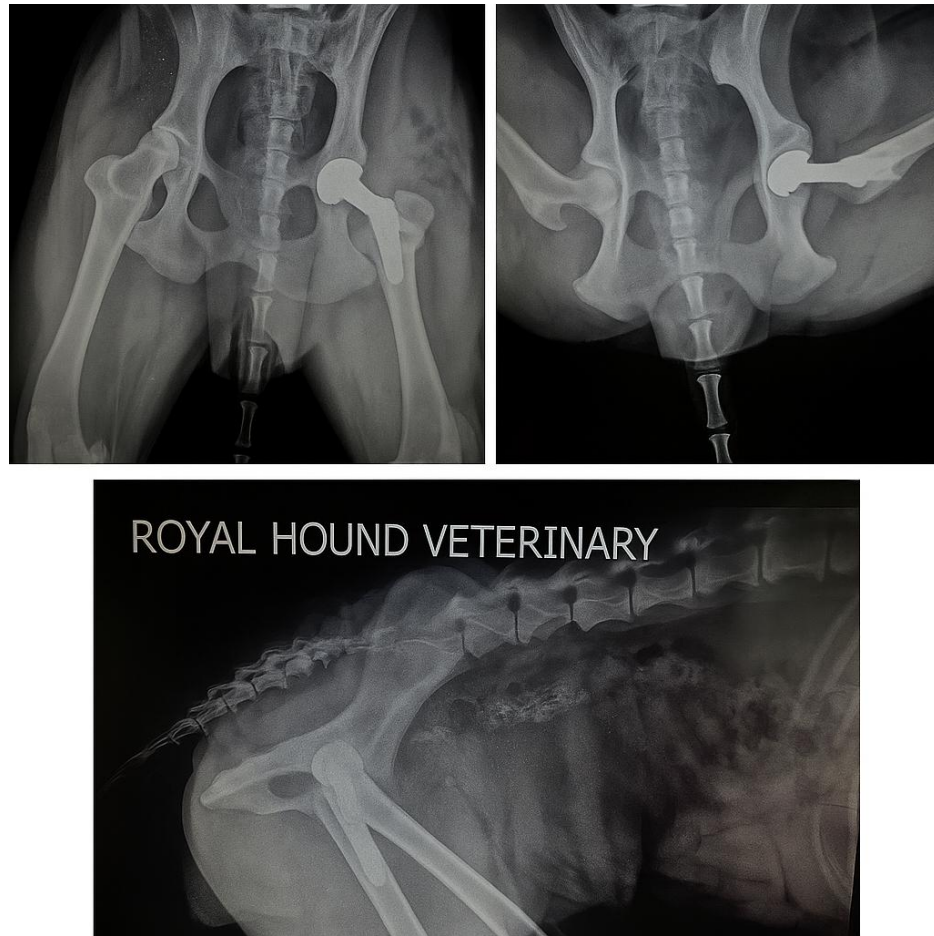


Figura 22. Control radiográfico postoperatorio para confirmar la correcta posición de la copa, el vástago y la cabeza protésica, sin desplazamientos ni alteraciones angulares

La implementación del procedimiento de reemplazo total de cadera (THR) en la paciente canina (hembra, aproximadamente 22,3 kg, raza Golden Retriever) cumple con los principios quirúrgicos actuales que buscan restablecer la congruencia articular, restaurar el centro de rotación y permitir la carga funcional precoz del miembro, tal como se evidenció en las tomografías de cadera realizadas tres meses después de la intervención donde se muestra el acoplamiento de los implantes al hueso (Fig. 23). Los estudios previos muestran resultados positivos de este tipo de cirugía, aunque también señala la necesidad de rigurosidad técnica y conocimiento de los factores de riesgo.

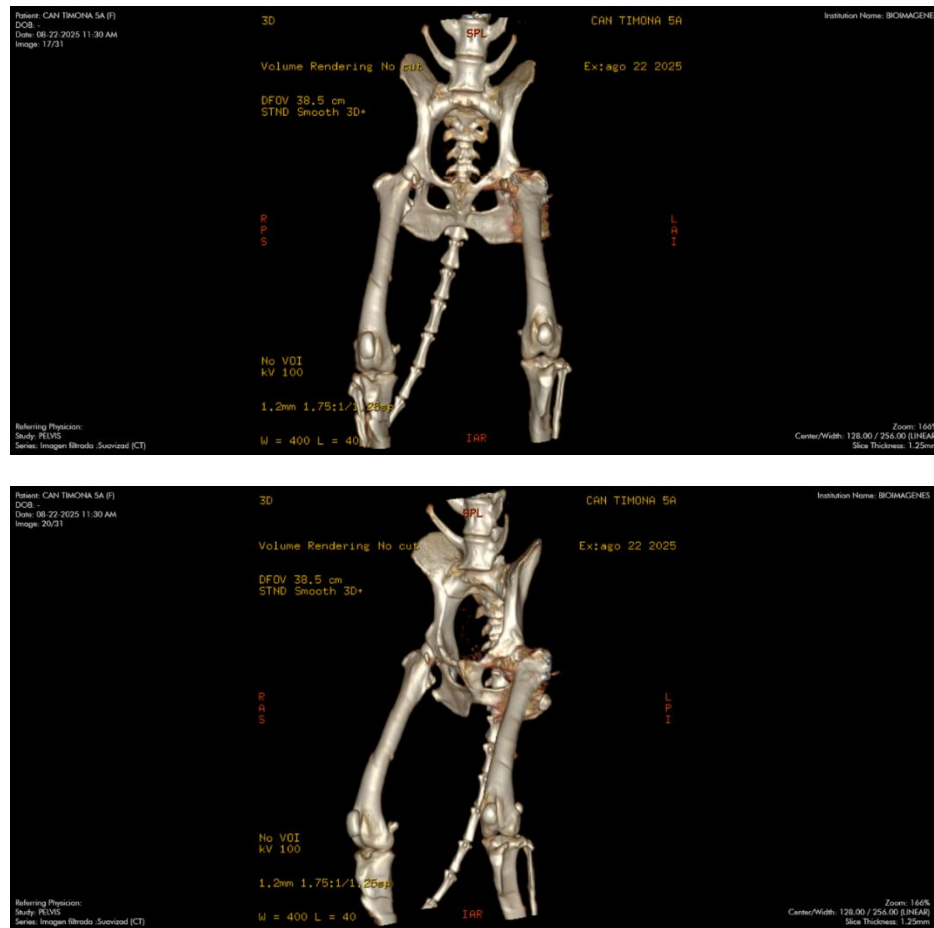


Figura 23. Tomografías frontal (A) y lateral (B) de cadera tres meses después de la intervención para el reemplazo total de cadera donde se muestra el acoplamiento de los implantes al hueso

Investigaciones muestran mejoras significativas en la movilidad, calidad de vida y reducción del dolor postquirúrgico en perros sometidos a reemplazo total de cadera. Así en un estudio con más de 2 300 artroplastias caninas, los puntajes reportados por propietarios mejoraron de 11 ± 9 a 21 ± 9 ($p < 0,001$) en escalas de carga funcional tras THR (Allaith et al., 2023), demostrando que esta técnica puede restaurar la función lo más cerca posible al estado “normal”. Otro trabajo reciente reporta que, aunque existe riesgo de complicaciones, la mayoría de los animales logran una buena evolución (Horwood et al., 2024).

En la práctica operatoria descrita en la presente investigación, la planificación digital mediante el uso del software para la elección de vástago, elección de la copa, verificación de ángulos de inclinación/anteversión, coloca este tipo de cirugía en una posición favorable para obtener esos beneficios funcionales, puesto que al asegurar una cobertura acetabular adecuada, un ajuste femoral

óptimo y restaurar el centro de rotación, se favorece tanto la estabilidad primaria del implante como la restauración biomecánica del miembro.

Adicionalmente, desde el punto de vista técnico, varios aspectos merecen discusión. En primer lugar, la preparación acetabular y orientación angular mediante el fresado a 90° y luego a 45° permite una adecuación controlada del lecho acetabular, eliminación del cartílago y exposición de hueso esponjoso viable, condiciones críticas para la osteointegración de la copa. Esto se alinea con lo reportado en guías clínicas que destacan la importancia de una cavidad bien preparada para la fijación del componente (Iowa State University, 2025). En segundo lugar, la selección del vástago y secuencia de fresado femoral, que en el presente se usó una secuencia de fresado progresivo hasta alcanzar el vástago N.º 6, aseguró un buen “*fill & fit*” del canal medular, evitándose la iatrogenia por sobrefresado o fractura intraoperatoria. Dicha técnica tiene respaldo en la literatura que alerta sobre el riesgo de fracturas femorales intraoperatorias cuando el hueso cortical es deficiente o el fresado excesivo (Kwok & Wendelburg, 2023).

Por otra parte, la correcta selección de cabeza protésica y acoplamiento articular (por ejemplo 22 mm) en combinación con el vástago y la copa, asegura un acoplamiento que restituye el desplazamiento femoral y evita exceso de tensión articular. Los estudios han mostrado que el alineamiento y la restauración del centro de rotación se relacionan con menor tasa de luxación y mejor función (Allaith et al., 2023). Por último, si bien en los reportes quirúrgicos no siempre se considera, pero la capacidad del paciente de soportar carga y moverse tempranamente es clave para la osteointegración y para evitar atrofia muscular. Esto fue consistentemente observado en resultados clínicos positivos, lo que indica que la técnica operatoria y la rehabilitación deben ir de la mano para maximizar los beneficios (Allaith et al., 2023).

De acuerdo con lo observado en esta investigación y en estudios previos, aunque, por lo general, los resultados son buenos, esta técnica quirúrgica no está exenta de riesgos, debido a posibles complicaciones intraoperatorias, como fractura femoral, fisura cortical o luxación postoperatoria. Por ejemplo, algunos estudios han reportado una tasa de complicaciones mayores cercana al 9,2 % en una serie de THR con sistema BFX (Kwok & Wendelburg, 2023). Por otro lado, un estudio más reciente identificó que la displasia luxoid incrementa el riesgo de fisuras/fracturas intraoperatorias y luxaciones dorsales postoperatorias (Horwood et al., 2024).

Desde la perspectiva operatoria, muchos de estos riesgos pueden minimizarse mediante la planificación digital y precisa del implante, evaluación cuidadosa de la calidad cortical del fémur, selección adecuada del material protésico, técnica de fresado progresivo sin sobre-mecanización, y verificación de la orientación de la copa (anteversión/inclinación). Por ello, el seguimiento a largo plazo es esencial para evaluar la supervivencia del implante, la osteointegración, el aflojamiento aséptico y la función a mediano-largo plazo.

Por último, dado que cada paciente es único en su morfología, condición ósea, musculatura, y nivel de actividad, la personalización de la cirugía (planificación digital, selección de implante adecuado al tamaño y al canal, abordaje quirúrgico, rehabilitación postoperatoria) es clave para optimizar los resultados. En resumen, la técnica operatoria aplicada en este caso reúne los elementos técnicos más actuales y respaldados por la literatura para favorecer un resultado funcional exitoso, y refuerza la importancia de la planificación quirúrgica para alcanzar los beneficios del THR: alivio del dolor, recuperación de la función articular, y mejora de la calidad de vida del paciente canino.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.

5.1. Conclusiones

El reemplazo total de cadera (THR) representa el estándar quirúrgico útil para la restauración funcional de la articulación coxofemoral en caninos, particularmente en pacientes con displasia de cadera y artrosis degenerativa avanzada. Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que la técnica quirúrgica, cuando se ejecuta con planificación digital, garantiza una correcta orientación de los componentes, estabilidad primaria del implante y restablecimiento del eje biomecánico del miembro pélvico.

La planificación digital preoperatoria mediante el software *iBlueVet®* permitió realizar un templado radiográfico de alta precisión, posibilitando la selección anatómica del vástago, la copa y la cabeza protésica, así como la definición exacta de los ángulos de inclinación y anteversión acetabular. Este proceso redujo la incertidumbre intraoperatoria, optimizó la alineación de los componentes y contribuyó a minimizar los riesgos asociados a la implantación incorrecta, concordando con los principios de cirugía guiada por imagen utilizados en medicina veterinaria contemporánea.

Desde el punto de vista quirúrgico, la técnica de fresado acetabular progresivo y el fresado femoral escalonado facilitaron una preparación ósea controlada, evitando el sobrecalentamiento y preservando la integridad cortical. La correcta impactación de la copa biológica BlueSAO de 22 mm, en combinación con el vástago N.º 6 y la cabeza modular 13 + 3, permitió una fijación por fricción estable y congruencia articular óptima, verificada mediante control radiográfico posoperatorio.

El uso de anestesia multimodal balanceada, la aplicación de principios de asepsia estricta y la reducción del personal intraoperatorio fueron factores determinantes para disminuir la contaminación quirúrgica y garantizar la estabilidad fisiológica del paciente, lo que contribuyó a un intraoperatorio estable, sin complicaciones hemodinámicas ni infecciosas.

El control radiográfico postoperatorio inmediato confirmó la restauración del centro de rotación de la cadera y la alineación femoral anatómica, sin desplazamientos, fisuras o micromovimientos del implante en las primeras 48 horas, evidenciando la eficacia de la técnica y la precisión de la planificación digital. Clínicamente, la paciente presentó una recuperación funcional progresiva, ausencia de dolor agudo y estabilidad del miembro operado.

En términos de aplicabilidad clínica, la experiencia documentada valida la viabilidad del uso del sistema protésico biológico BlueSAO como una alternativa altamente efectiva, reproducible y de menor riesgo en comparación con sistemas cementados, siempre que se apliquen criterios estrictos de selección de pacientes, planificación digital y ejecución quirúrgica estandarizada.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda incorporar de forma rutinaria el uso de software especializado como *iBlueVet®* en las cirugías de reemplazo total de cadera, ya que permite una selección precisa de los componentes protésicos y una orientación óptima de la copa y el vástago, reduciendo significativamente los errores de alineación y las complicaciones intraoperatorias.

Se recomienda establecer un programa de control posquirúrgico con evaluaciones clínicas y radiográficas periódicas (a los 15, 30, 60 y 180 días) para monitorear la osteointegración del implante, la estabilidad articular y la evolución funcional del paciente. Este seguimiento permite identificar precozmente posibles complicaciones y garantizar la recuperación biomecánica completa.

Adicionalmente, se sugiere la aplicación de un protocolo quirúrgico estandarizado, junto con la capacitación continua en técnicas de traumatología avanzada y planificación asistida por imagen para garantizar la reproducibilidad del procedimiento y la seguridad del paciente.

5.3. Bibliografía

- Akashi, N., Murahata, Y., Kishida, H., Hikasa, Y., Azuma, K., & Imagawa, T. (2020). Effects of constant rate infusions of dexmedetomidine, remifentanyl and their combination on minimum alveolar concentration of sevoflurane in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 47, 490–498. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2020.04.002>
- Allaith, S., Tucker, L. J., Innes, J. F., Arthurs, G., Vezzoni, A., Morrison, S., Onyett, J., Stork, C. K., Witte, P., Denny, H., Pettitt, R., Moores, A. P., Maddox, T., & Comerford, E. J. (2023). Outcomes and complications reported from a multiuser canine hip replacement registry over a 10-year period. *Veterinary Surgery*, 52(2), 196–208. <https://doi.org/10.1111/vsu.13885>
- Alsada, I. H. A. (2023). Hip dysplasia in large breed of dogs. In L. Aguilar-Marcelino, M. Younus, A. Khan, N. M. Saeed, & R. Z. Abbas (Eds.), *One Health Triad* (Vol. 3, pp. 202–207). Unique Scientific Publishers. <https://doi.org/10.47278/book.oh/2023.96>
- Bailey, K., Briley, J., Duffee, L., Duke-Novakowski, T., Grubb, T., Kruse-Elliott, K., Love, L., Martin-Flores, M., McKune, C., Oda, A., Pang, D. S. J., Posner, L. P., Reed, R., Sager, J., Sakai, D. M., Schultz, A. W., & Tenenbaum-Shih, S. (2025). The American College of Veterinary Anesthesia and Analgesia Small Animal Anesthesia and Sedation Monitoring Guidelines 2025. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 52(4), 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2025.03.015>
- Bergvinsson, H. (2022). *Factors affecting cup wear and migration in total hip arthroplasty Document Version : Publisher ' s PDF , also known as Version of record Creative Commons License : [Lund University]*. https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/118618051/Factors_affecting_cup_wear_and_migration_in_total_hip_arthroplasty_web.pdf
- Bernardi-Villavicencio, C., Jimenez-Socorro, A. N., Rojo-Salvador, C., Robles-Sanmartin, J., & Rodriguez-Quiros, J. (2020). Short-term outcomes and complications of 65 cases of porous TTA with flange: A prospective clinical study in dogs. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02469-2>
- Bland, S. D. (2015). Canine osteoarthritis and treatments: a review. *Veterinary Science Development*, 5(1), 84–89. <https://doi.org/10.4081/vsd.2015.5931>
- Breur, G. J., Lambrechts, N. E., & Millard, H. A. T. (2020). Developmental orthopedic disease. In D. S. Bruyette (Ed.), *Clinical Small Animal Internal Medicine: Vol. II* (pp. 79–103). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119533221.ch7>
- Bullock, E. K. C., Brown, M. J., Clark, G., Plant, J. G. A., & Blakeney, W. G. (2022). Robotics in total hip arthroplasty: Current concepts. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 6674. <https://doi.org/10.3390/jcm11226674>
- Callupe, I., Aybar, A., Morales-Gallo, P., Morales-Covarrubias, P., & Cubas, W. S. (2023). Uso de biomodelos impresos en 3D para la planificación preoperatoria de artroplastia total de cadera luego de fractura acetabular:

- reporte de un caso. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 37(2), e22. <https://doi.org/10.58814/01208845.22>
- Chen, H., Ding, X., Xiang, G., Xu, L., Liu, Q., Fu, Q., & Li, P. (2023). Correction: Analysis of the efficacy of subclinical doses of esketamine in combination with propofol in non-intubated general anesthesia procedures - a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiology*, 23, 245. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02326-3>
- Conterno, G., Comassetto, F., Consolim, M. G., Tochetto, R., & Oleskovicz, N. (2023). Comparison of cardiorespiratory effects and perioperative analgesia efficacy of dexmedetomidine or fentanyl continuous infusion during ovariohysterectomy in propofol-anesthetized dogs. *Research, Society and Development*, 12(13), e17121343594. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i13.43594>
- Degórska, B., Sterna, J., & Kalwas-Śliwińska, M. (2021). Femoral stem fracture and successful reimplantation using femoral window technique in canine cemented total hip replacement: Case report. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 716297. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.716297>
- Di Franco, C., Evangelista, F., & Briganti, A. (2023). Multiple uses of dexmedetomidine in small animals: a mini review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1135124. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1135124>
- Dias, J. M., da Silva, F. S. C. P., Gasik, M., Miranda, M. G. M., & Bartolomeu, F. J. F. (2024). Unveiling additively manufactured cellular structures in hip implants: a comprehensive review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 130, 4073–4122. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12769-0>
- Dycus, D. L., Levine, D., Ratsch, B. E., & Marcellin-Little, D. J. (2022). Physical rehabilitation for the management of canine hip dysplasia: 2021 update. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 52(3), 719–747.
- Elsherbiny, M., Hasanin, A., Kasem, S., Abouzeid, M., Mostafa, M., Fouad, A., & Abdelwahab, Y. (2023). Comparison of different ratios of propofol-ketamine admixture in rapid-sequence induction of anesthesia for emergency laparotomy: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiology*, 23, 329. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02292-w>
- Erickson, A. K., Orona, C. E., Parker, E. M., & Dyce, J. (2025). Factors affecting the candidacy for total hip replacement assessed in 953 dogs. *VCOT Open*, 8(1), e46–e55. <https://doi.org/10.1055/a-2535-5731>
- Ferrigno, C., Montoya, J. W., Tobias, K. M., & Millis, D. (2024). Canine hip dysplasia: When to refer for surgery. *Today's Veterinary Practice*, 8, 74–78. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1987.tb01714.x>
- Flaherty, D. (2013). Alpha2-adrenoceptor agonists in small animal practice 1. Why they do what they do. *In Practice*, 35, 524–530. <https://doi.org/10.1136/inp.f5826>
- Franco-Gonçalo, P., Leite, P., Alves-Pimenta, S., Colaço, B., Gonçalves, L.,

- Filipe, V., McEvoy, F., Ferreira, M., & Ginja, M. (2024). Automated Assessment of Pelvic Longitudinal Rotation Using Computer Vision in Canine Hip Dysplasia Screening. *Veterinary Sciences*, 11, 630. <https://doi.org/10.3390/vetsci11120630>
- Franco-Gonçalo, P., Leite, P., Alves-Pimenta, S., Colaço, B., Gonçalves, L., Filipe, V., McEvoy, F., Ferreira, M., & Ginja, M. (2025). A computer-aided approach to canine hip dysplasia assessment: measuring femoral head–acetabulum distance with deep learning. *Applied Sciences*, 15, 5087. <https://doi.org/10.3390/app15095087>
- Franklin, S. P., Franklin, A. L., Feyerabend, N., Hayashi, K., Miller, N. A., & Cook, J. L. (2022). Comparison of osteotomy level with three different canine total hip replacement systems. *Open Veterinary Journal*, 12(6), 975–979. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i6.25>
- Genevois, J. P., Baldinger, A., Moissonnier, P., Barthélemy, A., Carozzo, C., Viguié, E., & Cachon, T. (2020). Prevalence of canine hip dysplasia in 17 breeds in France, a retrospective study of the 1993–2019 radiographic screening period. *Revue Veterinaire Clinique*, 55(4), 123–146. <https://doi.org/10.1016/j.anicom.2020.09.003>
- Giovannitti, J. A., Thoms, S. M., & Crawford, J. J. (2015). Alpha-2 adrenergic receptor agonists: A review of current clinical applications. *Anesthesia Progress*, 62, 31–38. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-62.1.31>
- Grubb, T., Sager, J., Gaynor, J. S., Montgomery, E., Parker, J. A., Shafford, H., & Tearney, C. (2020). 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats*. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 56(2), 59–82. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>
- Hannon, C. P., Fillingham, Y. A., Gililand, J. M., Sporer, S. M., Casambre, F. D., Verity, T. J., Woznica, A., Nelson, N., Hamilton, W. G., & Valle, C. J. Della. (2023). A systematic review of the efficacy and safety of ketamine in total joint arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 38(4), 763–768.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Interamericana Editores S.A.
- Horwood, C., Carvajal, J. L., Pozzi, A., & Kim, S. E. (2024). Complications and outcomes of total hip arthroplasty in dogs with luxoid hip dysplasia: 18 cases (2010–2022). *Veterinary Surgery*, 53(4), 620–629.
- Huo, J., Huang, G., Han, D., Wang, X., Bu, Y., Chen, Y., Cai, D., & Zhao, C. (2021). Value of 3D preoperative planning for primary total hip arthroplasty based on artificial intelligence technology. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02294-9>
- Inoue, Y., & Kuroda, K. (2025). Successful reimplantation of a femoral stem fracture after cementless total hip replacement using the femoral window technique in a small dog. *Animals*, 15, 1237. <https://doi.org/10.3390/ani15091237>
- Iowa State University. (2025). *Total Hip Replacement*. <https://vetmed.iastate.edu/vmc/small-animal/specialty-care/orthopedic->

- surgery/total-hip-replacement/?utm_source=chatgpt.com
- Janssens, L. A. A., Daems, R., Pillin, L., Vandekerckhove, P., & Van Dongen, S. (2020). Triple pelvic osteotomy with a 12.5° and a 20° Slocum-type plate: A short-term prospective clinical pilot study in 38 dogs. *Veterinary Surgery*, 49(7), 1449–1457. <https://doi.org/10.1111/vsu.13471>
- Kaiser, D., Hoch, A., Rahm, S., Stern, C., Sutter, R., & Zingg, P. O. (2023). Combining the advantages of 3-D and 2-D templating of total hip arthroplasty using a new tin-filtered ultra-low-dose CT of the hip with comparable radiation dose to conventional radiographs. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143, 5345–5352. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04697-7>
- Kang, A. R., Lee, H., Roh, Y., Kim, D., Jeong, S. M., & Jeong, J. (2022). Case report: Three-dimensionally printed patient-specific acetabular cage for revision surgery of aseptic loosening in a dog with micro total hip replacement. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 915639. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.915639>
- Karsli, B., Kumandas, A., & Bakici, M. (2021). Evaluation of the prevalence of dysplasia of the hip in Belgian Malinois dogs used in security units in Turkey. *International Journal of Veterinary and Animal Research*, 4(2), 58–62.
- Khan, M. W. A., Das, P., Bhavani, V., Thakkar, S., Nagella, S. P., & Dubey, A. (2024). Analysis comparing the recovery of airway reflexes and cognitive ability after sevoflurane with desflurane anesthesia. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(1), 305–307. <https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS>
- Kim, N. S., Alam, M. R., Jeong, I. S., Lee, J. Il, & Choi, I. H. (2005). Total hip replacement in a dog. *Journal of Veterinary Science*, 6(2), 169–171. <https://doi.org/10.4142/jvs.2005.6.2.169>
- King, M. D. (2017). Etiopathogenesis of Canine Hip Dysplasia, Prevalence, and Genetics. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 47(4), 753–767. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.03.001>
- Kokkinos, P., Parsons, K., Belch, A., & Barthelmy, N. (2025). The influence of age at total hip replacement on perioperative complications associated with a press-fit cementless stem with lateral bolt in dogs. *Veterinary Surgery*, 54(3), 581–593. <https://doi.org/10.1111/vsu.14203>
- Krystalli, A. A., Prassinis, N. N., & Sideri, A. I. (2019). Femoral head and neck excision in dogs and cats. *Hellenic Journal of Companion Animal Medicine*, 8(2), 134–149.
- Kwok, J. Y., & Wendelburg, K. L. (2023). Clinical outcomes of canine total hip replacement utilizing a BFX lateral bolt femoral stem: 195 consecutive cases (2013–2019). *Veterinary Surgery*, 52(1), 51–61.
- Lawson, Z. T., Hollenbeck, D. L., Silveira, C. J., Moreno, M. R., Robbins, A. B., & Saunders, W. B. (2024). Quasi-static mechanical evaluation of canine cementless total hip replacement broaches: effect of tooth design on broach and stem insertion. *BMC Veterinary Research*, 20, Artículo N° 222. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04075-y>

- Liska, W. D. (2010). Micro total hip replacement for dogs and cats: Surgical technique and outcomes. *Veterinary Surgery*, 39(7), 797–810. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00725.x>
- Liska, W. D., & Israel, S. K. (2018). Morbidity and mortality following total hip replacement in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 31(3), 218–221. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632365>
- Lomas, D., Langley-Hobbs, S., Parsons, K., & Barthelemy, N. (2025). Medium-term outcomes of hybrid total hip arthroplasty in cats: Cemented femoral stem and cementless acetabular cup in 17 hips (2020–2023). *Veterinary Surgery*, 54, 1122–1132. <https://doi.org/10.1111/vsu.14274>
- Loureiro, C., Gonçalves, L., Leite, P., Franco-Gonçalo, P., Pereira, A. I., Colaço, B., Alves-Pimenta, S., McEvoy, F., Ginja, M., & Filipe, V. (2024). Deep learning-based automated assessment of canine hip dysplasia. *Multimedia Tools and Applications*, 84(19), 21571–21587. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-20072-7>
- Lucaci, F. D., Lăcătuș, R., Purdoi, R. C., & Pusta, D. L. (2021). Study on Canine Hip Dysplasia and its Diagnosis by Imaging and Molecular Genetics Technique. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 78(1), 1–8. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:2020.0031>
- Marešová, S., Kuricová, M., & Lipták, T. (2024). Assessment of new radiographic traits in canine hip dysplasia (CHD). *Acta Veterinaria*, 74(1), 30–43. <https://doi.org/10.2478/acve-2024-0003>
- Mattei, L. I., Chiavaccini, L., Spadavecchia, C., & Mirra, A. (2025). Emergence delirium in small animals: a first step towards an objective assessment. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1623761. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1623761>
- McCartney, W., & Ober, C. (2023). Case report: Total hip replacement using Innoplant system in a dog with chronic hip luxation and contralateral pelvic limb amputation. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, Artículo N° 1219617. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1219617>
- Meeson, R. L., Todhunter, R. J., Blunn, G., Nuki, G., & Pitsillides, A. A. (2019). Spontaneous dog osteoarthritis — a One Medicine vision. *Nature Reviews Rheumatology*, 15(5), 273–287. <https://doi.org/10.1038/s41584-019-0202-1>
- Minto, B. W., Brandão, C. V. S., Pereira, G. J. C., Babicsak, V. R., Vulcano, L. C., & Rossetto, V. J. V. (2016). Avaliação radiográfica e tomográfica de cães submetidos à artroplastia coxofemoral total híbrida. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(6), 1440–1448. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8784>
- Murcia, A., Azorín, L. M., Blanco, A., Ferret, H., Gallart, X., García-Cimbrelo, E., & Suso, S. (2006). Recurrent dislocation in total hip replacement. *Revista de Ortopedia y Traumatologia*, 50(6), 454–467. [https://doi.org/10.1016/S0482-5985\(06\)75308-1](https://doi.org/10.1016/S0482-5985(06)75308-1)
- Murphy, J., Pak, S., Shteynman, L., Winkeler, I., Jin, Z., Kaczocha, M., & Bergese, S. D. (2024). Mechanisms and preventative strategies for persistent

- pain following knee and hip joint replacement surgery: A narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25, 4722.
<https://doi.org/10.3390/ijms25094722>
- Murrell, J. C., & Hellebrekers, L. J. (2005). Medetomidine and dexmedetomidine: A review of cardiovascular effects and antinociceptive properties in the dog. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32(3), 117–127. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2005.00233.x>
- Mutlu, Z., Hristov, S. S., Bektas, C. N. G., Bilgic, E. B., & Altundağ, Y. (2024). Evaluation of clinical outcomes of cementless porous structured Total Hip Prosthesis in dogs. *The Pakistan Veterinary Journal*, 44(3), 751–756.
<https://doi.org/10.29261/pakvetj/2024.239>
- Ober, C., Pestean, C., Bel, L., Taulescu, M., Milgram, J., Todor, A., Ungur, R., Leşu, M., & Oana, L. (2018). Use of clinical and computed tomography findings to assess long-term unsatisfactory outcome after femoral head and neck ostectomy in four large breed dogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0382-8>
- Olmedo-Garcia, N. I., Martínez Vergara, J. L., Aparici Miralles, T. L., Sánchez Andrés, J. V., Mesado Vives, A., Cruz Renovell, E., & Granell Beltran, V. (2018). Assessment of magnification of digital radiographs in total HIP arthroplasty. *Journal of Orthopaedics*, 15(4), 931–934.
<https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.08.024>
- Petazzoni, M., & Tamburro, R. (2022). Clinical outcomes of double pelvic osteotomies in eight dogs with hip dysplasia aged 10–28 months. *Veterinary Surgery*, 51(2), 320–329. <https://doi.org/10.1111/vsu.13737>
- Petazzoni, M., Tamburro, R., Nicetto, T., & Kowaleski, M. P. (2012). Evaluation of the dorsal acetabular coverage obtained by a modified triple pelvic osteotomy (2.5 pelvic osteotomy): An ex vivo study on a cadaveric canine model. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 25(5), 385–389. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-08-0109>
- Pollard, R. E., & Phillips, K. L. (2017). Orthopedic diseases of young and growing dogs and cats. In D. E. Hrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (Seventh Ed, pp. 348–365). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48247-9.00030-9>
- Ries, C., Baltin, C. T., Haneder, S., Eysel, P., Hellmich, M., & Boese, C. K. (2023). Dual-scale single marker calibration for digital templating of total hip arthroplasty in standing radiographs: a prospective clinical study. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(4), 1817–1824.
<https://doi.org/10.1007/s00402-022-04355-y>
- Sandhu, J. S., Parida, A., & Hegde, S. (2025). Advances in anaesthesia and analgesia for laboratory animals - current practices and future directions: A Review. *Indian Journal of Animal Research*, 59(10), 1613–1620.
<https://doi.org/10.18805/ijar.b-5593>
- Schaul, K. R., & Bleyaert, H. F. (2025). coxofemoral disease were associated with similar long-term functional outcomes following femoral head ostectomy. *JAVMA*, 263(9), 1169–1175.

- Schiller, T. D. (2017). BioMedtrix Total Hip Replacement systems: an overview. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 47, 899–916. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.03.005>
- Shiju Simon, M., Ganesh, R., Ayyappan, S., Rao, G. D., Suresh Kumar, R., Manonmani, M., & Das, B. C. (2010). Incidence of canine hip dysplasia: A survey of 272 cases. *Veterinary World*, 3(5), 219–220.
- Siemon, H. K., Liska, W. D., & Israel, S. K. (2023). Evaluation of a stepped, fixed-height magnification marker stand for use with a 100-mm marker in implant sizing prediction in 52 total hip replacement procedures in dogs. *PLoS ONE*, 18, e0280334. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280334>
- Silveira, C. J., Barnes, K. H., Kerwin, S. C., & Saunders, W. B. (2022). Greater trochanter morphology and association with patient demographics, surgical factors, and post-operative stem position: a retrospective assessment of 150 cementless THRs in 135 dogs. *BMC Veterinary Research*, 18, 78. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03174-y>
- Tardiani, L., Goldsmid, S., & Lanz, O. (2023). Approach to the canine coxofemoral joint using an osteotomy of the deep gluteal muscle insertion for total hip replacements. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1224944. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1224944>
- Tinga, S., Tuyn, D. D., Kopp, R. J., & Kim, S. E. (2023). Biomechanical comparison of canine femurs implanted with either cemented (CFX®) or cementless (with lateral bolt) (BFX®+lb) total hip replacement under 4-point bending or torsional loads. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 999271. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.999271>
- Todhunter, R. J., Garrison, S. J., Jordan, J., Hunter, L., Castelhamo, M. G., Ash, K., Meyers-Wallen, V., Krotscheck, U., Hayward, J. J., & Grenier, J. (2019). Gene expression in hip soft tissues in incipient canine hip dysplasia and osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*, 37(2), 313–324. <https://doi.org/10.1002/jor.24178>
- Tuchpramuk, P., Kaenkangploo, D., Srithunyarat, T., Seesupa, S., Hoisang, S., Lascelles, B. D. X., & Kampa, N. (2025). Force plate gait analysis in dogs after femoral head and neck excision. *Veterinary Sciences*, 12, 469. <https://doi.org/10.3390/vetsci12050469>
- Vezzoni, A., Boano, S., Sacristani, A., Bresina, S., & Lanz, O. I. (2023). Zurich mini cementless total hip arthroplasty in 42 small breed dogs and 8 cats: surgical technique and outcomes. *VCOT Open*, 6(1), e22–e36. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1761600>
- Wang, B., Li, Q., Dong, J., Zhou, D., & Liu, F. (2020). Comparisons of the surface micromotions of cementless femoral prosthesis in the horizontal and vertical levels: A network analysis of biomechanical studies. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 15, 293. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01794-4>
- Wilson, J. N., Filliquist, B., Garcia, T. C., & Marcellin-Little, D. J. (2024). Evaluation of three acetabular measurement methods for total hip replacement in dogs. *Veterinary Surgery, April*, 1–7.

- <https://doi.org/10.1111/vsu.14190>
- Zheng, L., Fang, T., Zhang, W., Zhang, X., Ren, Z., Qin, W., Liang, W., Ma, Q., & Yin, N. (2024). Beneficial Effects of Low-Dose Intravenous Dexmedetomidine Premedication in Patient Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy Under General Anesthesia: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, 18, 443–452. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S452077>
- Zheng, W., Liu, X., Mei, R., Deng, G., Li, Z., Lin, R., Xiong, S., & Wu, B. (2023). Feasibility and anteversion accuracy of a patient-specific instrument for femoral prosthesis implantation in total hip arthroplasty. *BioMedical Engineering Online*, 22, 90. <https://doi.org/10.1186/s12938-023-01152-5>
- Zuendt, G., Stobie, D., & Hayashi, K. (2023). Centerline canine cementless total hip arthroplasty as an alternative implant system; results in 17 dogs (2015–2020). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261(10), 1–7. <https://doi.org/10.2460/javma.23.02.0082>