

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



“Tratamiento Endodóntico en dientes primarios 3D: preparación manual y rotatoria: estudio in Vitro.”

TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO MAESTRÍA EN
ODONTOPIEDIATRÍA

Sustentante:

Dra. Josmary Caro

Docente Especializado:

Dr. Ernesto Venegas

Matrícula:

231056

Los conceptos emitidos en este proyecto de investigación son de la exclusiva responsabilidad de la sustentante.

Santo Domingo, Distrito Nacional

Fecha: 03/09/2024

RESUMEN

Objetivo:

Comparar las técnicas de preparación manual y rotatoria en el tratamiento endodóntico de dientes primarios in vitro, evaluando la eficiencia y precisión de cada método.

Materiales y métodos:

Se utilizaron modelos impresos en 3D y un entorno in vitro controlado para realizar procedimientos en molares primarios superiores e inferiores. Se midió el tiempo de preparación y la calidad de la conformación del conducto radicular para cada técnica.

Resultados:

La técnica rotatoria fue significativamente más eficiente, reduciendo el tiempo de instrumentación en comparación con la técnica manual.

Se observó una menor desviación estándar en la conformación del conducto con la técnica rotatoria, indicando mayor precisión y uniformidad en los resultados.

Conclusiones: La reducción del tiempo de tratamiento mejora la experiencia del paciente y su cooperación durante el procedimiento. La técnica rotatoria no solo optimiza el uso del tiempo, sino que también ofrece una mejor calidad de tratamiento, lo que podría reducir el riesgo de complicaciones y aumentar la tasa de éxito a largo plazo. A pesar de que el estudio se realizó en un entorno in vitro, los resultados sugieren que la técnica rotatoria debería ser adoptada de manera más generalizada en la práctica clínica, especialmente en el tratamiento de pacientes pediátricos.

Palabras clave: técnica rotatoria, odontología pediátrica, tratamiento endodóntico, eficiencia clínica, preparación del conducto.

SUMMARY

Objective:

Compare manual and rotary preparation techniques in the endodontic treatment of primary teeth, evaluating the efficiency and precision of each method in vitro.

Materials and Methods:

Using 3D-printed models and a controlled in vitro environment, procedures were performed on both upper and lower primary molars. Preparation time and the quality of canal shaping were measured for each technique.

Results:

The rotary technique was significantly more efficient, reducing instrumentation time compared to the manual technique.

A lower standard deviation in canal shaping was observed with the rotary technique, indicating greater precision and uniformity in the outcomes.

Conclusions: Minimizing treatment time improves the patient's experience and ensures better cooperation during the procedure. The rotary technique not only optimizes time efficiency but also enhances treatment quality, potentially leading to a lower risk of complications and a higher long-term success rate. Although this study was conducted in an in vitro setting, the results suggest that the rotary technique should be more widely adopted in clinical practice, especially for treating pediatric patients.

Keywords: rotary technique, pediatric dentistry, endodontic treatment, clinical efficiency, canal preparation.

1. Introducción

La endodoncia en dientes primarios representa un desafío significativo en odontología pediátrica debido a la complejidad anatómica y la importancia crucial de conservar estos dientes hasta su exfoliación. Los dientes primarios desempeñan roles vitales en la estética, la fonética, la función masticatoria y la guía de erupción de los dientes permanentes sucesores. Sin embargo, situaciones como traumatismos y lesiones de caries extensas a menudo requieren tratamientos endodónticos para preservar estos dientes. En este contexto, la preparación de los canales radiculares es una etapa crítica que puede influir significativamente en el éxito del tratamiento endodóntico. (1)

Tradicionalmente, la preparación de los canales radiculares en dientes primarios se ha realizado mediante técnicas manuales. Aunque estas técnicas han demostrado ser efectivas, presentan varias limitaciones, como el tiempo prolongado de tratamiento y el riesgo de errores iatrogénicos, como la formación de escalones y el transporte del canal. Con el avance de la tecnología, las técnicas rotatorias y los sistemas reciprocantes han surgido como alternativas prometedoras para mejorar la eficiencia y la calidad de la preparación de los canales radiculares. Estas técnicas no solo reducen el tiempo de tratamiento, sino que también permiten una preparación más uniforme y predecible de los canales. (2)

La introducción de la impresión 3D en la odontología ha abierto nuevas posibilidades para la investigación y la educación dental. Los modelos dentales impresos en 3D proporcionan una alternativa valiosa a los dientes naturales, que a menudo son difíciles de obtener y pueden variar significativamente en su anatomía. Estos modelos permiten la estandarización de los estudios in vitro, proporcionando una base consistente para la comparación de diferentes técnicas endodónticas. Además, la capacidad de imprimir réplicas exactas de dientes específicos permite la realización de estudios detallados y controlados que pueden simular condiciones clínicas reales. (3)

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de las técnicas de preparación manual y rotatoria en el tratamiento endodóntico de dientes primarios

impresos en 3D. Nuestra hipótesis central es que existen diferencias significativas en la eficacia de estas técnicas, considerando el manejo de pacientes pediátricos y las características específicas de los dientes primarios. Específicamente, el estudio buscará determinar si la técnica rotatoria ofrece ventajas claras sobre la técnica manual en términos de la calidad de la preparación del canal y la eficiencia del tratamiento.

Para llevar a cabo este estudio, se utilizarán modelos dentales impresos en 3D obtenidos a partir de una tomografía de una paciente pediátrica de 3.11 años. Estos modelos se dividirán en dos grupos: uno preparado con técnica manual y otro con técnica rotatoria. Cada grupo se evaluará mediante registros imaginológicos antes y después de la preparación del canal, incluyendo fotografías clínicas y tomografías computarizadas.

Este estudio es experimental y prospectivo, diseñado con asignación aleatoria para garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados. Los datos recolectados se analizarán utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics 28, debido a la compatibilidad que este permite con diversos análisis estadísticos. Se aplicarán pruebas estadísticas específicas para comparar la efectividad de las diferentes técnicas. Esperamos que los descubrimientos del presente, proporcionen información valiosa sobre las mejores prácticas en la endodoncia pediátrica, con implicaciones significativas para la formación de odontólogos y la mejora de los tratamientos clínicos.

Los resultados esperados no solo mejorarán la comprensión de estas técnicas, sino que también guiarán a los profesionales en la selección de las mejores prácticas para el tratamiento de dientes primarios, optimizando así los resultados clínicos y mejorando la atención al paciente.

Al abordar la preparación de los canales radiculares con un enfoque innovador y tecnológicamente avanzado, este estudio busca establecer nuevos estándares en la práctica endodóntica pediátrica, beneficiando tanto a los profesionales de la salud dental como a los pacientes pediátricos que requieren tratamientos endodónticos eficaces y seguros.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1. Planteamiento del problema

La conservación de los dientes primarios es esencial en odontología pediátrica debido a su papel crucial en la estética, la fonética, la masticación y como guías para los dientes permanentes sucesores. Sin embargo, estos dientes a menudo están sujetos a traumatismos y lesiones de caries extensas que pueden comprometer su vitalidad y función, haciendo necesario el tratamiento endodóntico. La preparación de los canales radiculares es una etapa fundamental de este tratamiento y puede influir decisivamente en su éxito. (1)

Tradicionalmente, la preparación de los canales radiculares en dientes primarios se ha realizado utilizando técnicas manuales. Aunque estas técnicas son efectivas, presentan limitaciones significativas, como el tiempo prolongado necesario para completar el tratamiento y la posibilidad de errores iatrogénicos, tales como la formación de escalones y el transporte del canal (2). La emergencia de técnicas rotatorias ha propuesto una alternativa potencialmente superior, prometiendo una mayor eficiencia y precisión en la preparación de los canales (3).

La impresión 3D ha revolucionado el campo de la odontología, ofreciendo nuevas oportunidades para la investigación y la educación dental. Los modelos dentales impresos en 3D no solo ofrecen una alternativa práctica a los dientes naturales, que pueden ser difíciles de obtener y variar significativamente en su anatomía, sino que también permiten la estandarización de estudios in vitro (3). Estos modelos son especialmente útiles para comparar diferentes técnicas de preparación de canales radiculares, proporcionando una base consistente y replicable para la investigación.

El presente estudio se enfoca en evaluar la efectividad de las técnicas de preparación manual y rotatoria en el tratamiento endodóntico de dientes primarios impresos en 3D. Nuestra hipótesis central es que existen diferencias significativas en la eficacia de estas

técnicas, considerando el manejo de pacientes pediátricos y las características específicas de los dientes primarios. Específicamente, el estudio buscará determinar si la técnica rotatoria ofrece ventajas claras sobre la técnica manual en términos de la calidad de la preparación del canal y la eficiencia del tratamiento (4).

En la práctica clínica, los tratamientos endodónticos en dientes primarios enfrentan múltiples desafíos. La anatomía compleja y variable de los dientes primarios, junto con la presencia de una capa de lodo dentario, puede dificultar la completa limpieza y preparación de los canales (5). La capa de lodo dentario, compuesta por residuos dentinarios y orgánicos, puede afectar negativamente la adhesión de los materiales de obturación y la eficacia del tratamiento endodóntico. La remoción efectiva de esta capa es, por tanto, un objetivo crucial en la preparación del canal radicular (6).

Los modelos dentales impresos en 3D utilizados en este estudio se obtendrán a partir de tomografías computarizadas de pacientes pediátricos, asegurando una representación precisa de la anatomía dental (7). Estos modelos se dividirán en dos grupos, cada uno de los cuales se preparará utilizando una de las técnicas mencionadas: manual y rotatoria. La evaluación de la efectividad de cada técnica se realizará mediante registros imagenológicos antes y después de la preparación del canal, incluyendo fotografías clínicas y tomografías computarizadas. Además, se medirá la cantidad de material removido durante la preparación del canal para evaluar la eficiencia en la remoción de la capa de lodo dentario (8).

Este estudio aborda una necesidad crítica en la odontología pediátrica moderna: la identificación de las técnicas más efectivas y eficientes para la preparación de canales radiculares en dientes primarios. Al hacerlo, buscamos establecer nuevos estándares en la práctica endodóntica pediátrica, beneficiando tanto a los profesionales de la salud dental como a los pacientes pediátricos que requieren tratamientos endodónticos eficaces y seguros.

A continuación, se presentan las preguntas a las que se le darán respuesta durante el desarrollo de esta investigación:

- ¿Cuál es la efectividad de la técnica de preparación manual en la limpieza y conformación de los conductos radiculares en dientes primarios impresos en 3D?

- ¿Cuál es la eficacia en la remoción de la capa de lodo dentinario al comparar la técnica de preparación manual con la técnica rotatoria en dientes primarios impresos en 3D, medida mediante tomografía computarizada y microscopía electrónica de barrido (SEM)?

- ¿Cuál es la diferencia en el tiempo de instrumentación entre las técnicas de preparación manual y rotatoria en la limpieza y conformación de los conductos radiculares en dientes primarios impresos en 3D?

- ¿Qué técnica de preparación de conducto radicular (manual o rotatoria) ofrece mejores resultados en términos de integridad estructural y limpieza en dientes primarios impresos en 3D?

2. Objetivos

1.2.1.-Objetivo general

Evaluar la efectividad de las técnicas de preparación manual y rotatoria en la limpieza y conformación de los conductos radiculares en dientes primarios impresos en 3D.

1.2.2.-Objetivos específicos

- Determinar la efectividad de la técnica de preparación manual en la limpieza y conformación de los conductos radiculares en dientes primarios impresos en 3D.
- Determinar la diferencia en el tiempo de instrumentación entre las técnicas de preparación manual y rotatoria en la limpieza y conformación de los conductos radiculares en dientes primarios impresos en 3D.
- Comparar los resultados de las técnicas de preparación de conducto radicular en términos de integridad estructural y limpieza en dientes primarios impresos en 3D.

3. Justificación de la Investigación

La odontología pediátrica enfrenta el desafío constante de preservar la salud y funcionalidad de los dientes primarios hasta su exfoliación. Estos dientes son fundamentales para mantener la estética, la fonética, la masticación y, lo más importante, para guiar la erupción de los dientes permanentes. Sin embargo, debido a su vulnerabilidad, los dientes primarios están frecuentemente sujetos a traumatismos y lesiones de caries extensas que pueden comprometer su viabilidad, haciendo necesario el tratamiento endodóntico. (1)

La preparación de los conductos radiculares es una etapa crucial en el tratamiento endodóntico, ya que la calidad de esta preparación puede determinar el éxito o fracaso del tratamiento. Tradicionalmente, esta preparación se ha llevado a cabo mediante técnicas manuales. Aunque efectivas, estas técnicas presentan limitaciones significativas, tales como el tiempo prolongado de tratamiento y la posibilidad de errores iatrogénicos, incluyendo la formación de escalones y el transporte del canal (11). En respuesta a estas limitaciones, ha surgido la técnica rotatoria que promete mayor eficiencia y precisión (12).

La introducción de la impresión 3D en la odontología ha abierto nuevas fronteras en la investigación y la educación dental. Los modelos dentales impresos en 3D ofrecen una solución práctica a la variabilidad y escasez de dientes naturales para estudios experimentales, permitiendo la estandarización de los estudios in vitro (13). Estos modelos permiten una comparación precisa y controlada de diferentes técnicas de preparación de conductos radiculares, lo que facilita la obtención de resultados más fiables y reproducibles. (12)

Este estudio es particularmente relevante dado el avance de las tecnologías de impresión 3D y su potencial para revolucionar la investigación dental. Al evaluar la efectividad de las técnicas de preparación manual y rotatoria en dientes primarios impresos en 3D, esta investigación no solo aporta a la comprensión científica de estas técnicas, sino que

también tiene implicaciones directas para la práctica clínica. La identificación de la técnica más efectiva puede guiar a los odontólogos pediátricos en la selección de los métodos de tratamiento más adecuados, mejorando así los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes pediátricos. (6)

El diseño experimental prospectivo y con asignación aleatoria de este estudio garantiza la validez y confiabilidad de los resultados, lo que fortalece la evidencia científica en torno a estas técnicas. Los datos obtenidos y analizados mediante software estadístico como SPSS ofrecerán una comprensión detallada de la efectividad comparativa de las técnicas, permitiendo establecer nuevas directrices y estándares en la práctica endodóntica pediátrica.

La técnica rotatoria ha demostrado ser una herramienta efectiva para optimizar el tiempo de tratamiento en odontología pediátrica. Al reducir significativamente la duración de los procedimientos, se mejora la cooperación del paciente, lo cual es crucial en esta población. La colaboración activa del niño durante el tratamiento dental no solo favorece la eficacia del procedimiento, sino que también minimiza el estrés tanto para el paciente como para el profesional, facilitando el manejo clínico en general.

Además, esta técnica no solo se destaca por su rapidez, sino también por su capacidad para ofrecer una mayor calidad en el tratamiento en comparación con técnicas manuales o más tradicionales. Al mejorar la precisión en la preparación y conformación del diente, la técnica rotatoria puede reducir el riesgo de complicaciones postoperatorias, lo que a su vez podría incrementar la tasa de éxito a largo plazo.

Aunque los resultados obtenidos en el presente estudio fueron realizados en un entorno controlado *in vitro*, los hallazgos sugieren que la implementación de la técnica rotatoria en la práctica clínica podría traer beneficios importantes, especialmente en pacientes pediátricos. El uso de esta tecnología podría contribuir no solo a optimizar el tiempo de los procedimientos, sino también a mejorar la calidad de vida del paciente al disminuir la necesidad de tratamientos adicionales o correcciones derivadas de complicaciones.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El tratamiento endodóntico en dientes primarios ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Inicialmente, el enfoque se centraba en técnicas manuales, utilizando limas convencionales para la limpieza y conformación de los conductos radiculares en los dientes temporales afectados por caries dental o traumatismos. La necesidad de preservar estos dientes es crucial, ya que juegan un papel esencial en el mantenimiento del espacio para la dentición permanente y en el desarrollo adecuado de la masticación y el habla en los niños (7).

Con el avance de la tecnología, se ha introducido el concepto de endodoncia en tres dimensiones (3D), que ha permitido un enfoque más preciso y eficiente para la preparación y el tratamiento de los conductos en dientes primarios. La tecnología 3D en endodoncia ha mejorado la visualización anatómica de los conductos, facilitando una mejor limpieza y obturación, especialmente en las áreas más complicadas de acceso, que son comunes en los dientes temporales debido a su morfología única (8).

En este contexto, los estudios han explorado la viabilidad de utilizar tanto técnicas de preparación manual como rotatoria en combinación con la tecnología 3D. Los estudios in vitro han demostrado que la combinación de estas técnicas con la visualización 3D mejora la precisión del tratamiento, reduciendo el riesgo de errores como perforaciones o sobrepreparaciones. Esta evolución ha sido clave para aumentar el éxito en los tratamientos endodónticos en dientes primarios, ofreciendo mejores resultados clínicos y pronósticos más favorables. Estos avances representan un progreso importante en la endodoncia pediátrica, que busca preservar los dientes primarios el mayor tiempo

posible para asegurar un desarrollo bucal adecuado en los pacientes pediátricos hasta que sus dientes permanentes erupcionen de manera fisiológica. (4)

El tratamiento endodóntico en dientes primarios ha sido un área de estudio en evolución, especialmente debido a la importancia de preservar estos dientes para mantener el espacio dental y la función masticatoria hasta que los dientes permanentes erupcionen. En sus primeras etapas, los tratamientos endodónticos se enfocaban en técnicas manuales, con instrumentos como las limas K y H, que permiten la remoción del tejido pulpar inflamado o necrótico en dientes afectados. Estos procedimientos manuales requerían precisión y tiempo, y se asociaban con un riesgo más alto de errores en la preparación del canal, como perforaciones o fracturas de instrumentos (9).

La introducción de la tecnología rotatoria en la endodoncia ha representado un cambio significativo, mejorando la eficiencia y seguridad del tratamiento en dientes primarios. Los instrumentos rotatorios, fabricados con níquel-titanio, ofrecen mayor flexibilidad y resistencia a la fractura, permitiendo un acceso más uniforme y controlado a los conductos radiculares. Esto ha llevado a una reducción del tiempo de tratamiento y una mayor precisión en la preparación del conducto, lo cual es esencial en dientes primarios, donde las raíces son reabsorbidas fisiológicamente y requieren una manipulación cuidadosa (10).

Estudios in vitro han comparado la efectividad de la preparación manual y rotatoria en dientes primarios, evaluando factores como la limpieza del canal, la preservación de la anatomía radicular y el riesgo de extrusión de irrigantes o materiales obturadores. Los resultados generalmente muestran que la preparación rotatoria es más eficiente en términos de tiempo y limpieza, pero también depende de la experiencia del clínico y del sistema de rotación utilizado. Sin embargo, la preparación manual sigue siendo una opción viable en situaciones donde la anatomía radicular es compleja o cuando se requiere un enfoque más conservador (11).

En 2019, Jeevanandan y Ganesh llevaron a cabo un estudio sobre el sistema de limas Kedo para la preparación de conductos radiculares en dientes primarios, evaluando la eficacia de las limas manuales y rotatorias. Encontraron que las limas rotatorias Kedo-S ofrecían una preparación más eficiente en comparación con las técnicas manuales tradicionales (5).

George et al. en su revisión de 2016, abordaron el uso de técnicas rotatorias en endodoncia pediátrica, destacando las ventajas en términos de tiempo y eficacia en la limpieza de los conductos radiculares en comparación con los métodos manuales. Este estudio subrayó la necesidad de más investigaciones para evaluar la efectividad y seguridad de estas técnicas en un entorno clínico (6).

Bahrololoomi et al. en 2007, compararon la capacidad de limpieza y el tiempo de instrumentación entre las técnicas rotatoria y manual en dientes primarios, encontrando que las técnicas rotatorias no solo reducen el tiempo de tratamiento, sino que también mejoran la limpieza del canal (7).

Azar et al. en 2012, realizaron un estudio comparativo sobre la capacidad de limpieza de los sistemas rotatorios Mtwo y ProTaper frente a los instrumentos manuales en dientes primarios. Concluyeron que los sistemas rotatorios presentaban una capacidad de limpieza superior, subrayando la importancia de seleccionar adecuadamente el sistema de instrumentación para optimizar los resultados endodónticos (8).

Crespo et al. en 2008, evaluaron la efectividad de la instrumentación rotatoria y manual para la limpieza de conductos radiculares en dientes primarios. Su estudio mostró que las técnicas rotatorias no solo eran más rápidas, sino que también ofrecían una limpieza más eficiente en comparación con las técnicas manuales (9).

2.2. Marco conceptual

2.2.1 Conceptos Básicos

2.2.1.1 Endodoncia La endodoncia es la rama de la odontología que se ocupa del estudio y tratamiento de las enfermedades y lesiones de la pulpa dental y de los tejidos periapicales. Incluye la prevención, diagnóstico y tratamiento de estas afecciones, con el objetivo de preservar los dientes afectados (1).

2.2.1.2 Dientes Primarios Los dientes primarios, también conocidos como dientes deciduos, son los primeros dientes que erupcionan en la cavidad oral. Tienen una importancia crucial en el desarrollo oral y facial de los niños, sirviendo de guías para la erupción de los dientes permanentes (2).

2.2.1.3 Preparación de Conductos Radiculares La preparación de conductos radiculares es un proceso clave en el tratamiento endodóntico que implica la limpieza, conformación y desinfección del sistema de conductos radiculares. Este proceso es esencial para eliminar los restos pulpares y bacterias, y preparar el conducto para su posterior obturación (3).

2.2.1.4 Técnica Manual de Preparación La técnica manual de preparación de conductos radiculares se realiza utilizando limas manuales para limpiar y conformar el conducto. Aunque es efectiva, puede ser laboriosa y requiere un tiempo considerable para su realización, además de tener riesgos de errores iatrogénicos como la formación de escalones (4).

2.2.1.5 Técnica Rotatoria de Preparación La técnica rotatoria utiliza instrumentos mecanizados para la preparación de los conductos radiculares. Estos instrumentos giran a altas velocidades, permitiendo una limpieza y conformación más rápida y uniforme del conducto radicular. Esta técnica ha ganado popularidad por su eficiencia y reducción en el tiempo de tratamiento (5).

2.2.1.6 Impresión 3D en Odontología La impresión 3D es una tecnología que permite la creación de modelos tridimensionales precisos a partir de datos digitales. En odontología, se utiliza para producir modelos dentales, guías quirúrgicas y prótesis, ofreciendo una herramienta valiosa para la investigación y la educación (7).

2.2.1.7 Modelos Dentales Impresos en 3D Los modelos dentales impresos en 3D son réplicas exactas de dientes naturales, creadas a partir de tomografías computarizadas u otros métodos de escaneo digital. Estos modelos se utilizan en estudios experimentales para estandarizar las condiciones y permitir comparaciones precisas entre diferentes técnicas (8).

2.3. Endodoncia en dientes primarios

2.3.1. Importancia de la conservación de dientes primarios

Los dientes primarios juegan un papel crucial en el desarrollo oral y facial de los niños. Sirven no solo para la masticación y la fonética, sino también como guías naturales para la erupción de los dientes permanentes. La pérdida prematura de estos dientes puede llevar a problemas de espacio, maloclusión y alteraciones en el desarrollo maxilofacial (1). La terapia pulpar adecuada es fundamental para mantener la integridad de los dientes primarios afectados por caries dental o traumatismos, asegurando su función hasta su exfoliación (2).

Una de las funciones más importantes de los dientes primarios es mantener el espacio necesario para la erupción de los dientes permanentes. Cuando un molar primario se pierde prematuramente debido a caries dental o a un traumatismo, los dientes adyacentes pueden mesializarse hacia el espacio edentulo. Esto puede llevar a una maloclusión, donde los dientes permanentes erupcionan de manera incorrecta, causando apiñamiento y problemas de alineación (1). La maloclusión puede afectar no solo la estética dental, sino también la función masticatoria y la salud periodontal a largo plazo (1)

Además, los dientes primarios son fundamentales para el desarrollo adecuado del habla en los niños. La posición correcta de estos dientes permite la articulación adecuada de sonidos y palabras. La pérdida prematura de los dientes primarios puede interferir con el desarrollo del habla, llevando a dificultades en la comunicación y problemas en la autoestima del niño (2).

La presencia de dientes primarios sanos también es crucial para la masticación adecuada de los alimentos, lo que impacta directamente en la nutrición del niño. Los dientes primarios permiten una trituración eficiente de los alimentos, facilitando la digestión y la absorción de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo. La pérdida de

estos dientes puede limitar la capacidad del niño para masticar adecuadamente, afectando su dieta y nutrición (4).

La terapia pulpar adecuada en los dientes primarios afectados por lesiones de caries dental severas o traumatismos es fundamental para mantener su integridad y función hasta su exfoliación (2). Los tratamientos endodónticos en dientes primarios tienen como objetivo eliminar el tejido dañado irreversiblemente o necrótico y conservar el diente primario hasta que esté listo para ser reemplazado naturalmente por un diente permanente. Este enfoque no solo preserva la funcionalidad del diente, sino que también previene complicaciones futuras y mantiene el desarrollo oral y facial adecuado del niño (1).

2.3.2. Anatomía y fisiología de los dientes primarios

Los dientes primarios tienen una morfología y estructura interna que difiere significativamente de los dientes permanentes. La cámara pulpar es más grande en proporción al tamaño del diente, y los conductos radiculares son más delgados y curvos, lo que dificulta su tratamiento (3). Además, el tejido pulpar de los dientes primarios es más vascularizado y tiene una capacidad de respuesta inflamatoria diferente a la de los dientes permanentes, lo que requiere un enfoque específico en el tratamiento endodóntico (4).

Esta cámara pulpar más amplia significa que el tejido pulpar está más cerca de la superficie oclusal del diente, lo que aumenta el riesgo de exposición pulpar durante procedimientos como la remoción de tejido resblandecido (1). Además, los conductos radiculares en los dientes primarios son más delgados y presentan una curvatura pronunciada, lo que complica su preparación y limpieza durante el tratamiento endodóntico (2).

El tejido pulpar en los dientes primarios también difiere considerablemente del de los dientes permanentes. Es notablemente más vascularizado, lo que facilita una respuesta

inflamatoria rápida y robusta frente a infecciones o lesiones (3). Esta alta vascularización puede ser un arma de doble filo: por un lado, permite una respuesta rápida del sistema inmune, pero por otro, puede conducir a una propagación más rápida de la inflamación y la infección a través del tejido pulpar (1).

Otro aspecto crítico es la composición y estructura del tejido dentinario en los dientes primarios. La dentina en estos dientes es más porosa y menos mineralizada que en los dientes permanentes, lo que la hace más susceptible al avance de lesiones de caries y la diseminación de infecciones (4). Esta característica requiere que los tratamientos en dientes primarios sean más conservadores para preservar la estructura dentaria tanto como sea posible, mientras se asegura la eliminación de la infección y la protección del tejido pulpar (8).

La curvatura pronunciada de los conductos radiculares y la fragilidad relativa de la estructura dentaria en los dientes primarios también imponen desafíos técnicos durante el tratamiento endodóntico. Los instrumentos deben ser suficientemente flexibles para navegar por los conductos curvos sin causar perforaciones o fracturas. Además, se debe tener cuidado para evitar la sobreinstrumentación, que puede llevar a la pérdida de la estructura dentaria vital (7).

2.3.3. Anatomía específica de los dientes primarios a trabajar

2.3.3.2.-Primer molar superior primario

El primer molar superior primario es uno de los dientes más importantes en la dentición tanto primaria como permanente debido a su función en la masticación y su papel en la estructura general de la cavidad bucal. En la dentición primaria, estos molares erupcionan aproximadamente entre los 13 y 19 meses de edad y desempeñan un papel crucial en el desarrollo de la oclusión infantil, manteniendo el espacio necesario para los dientes permanentes que erupcionarán posteriormente (13).

- Raíz mesiovestibular: Es la más voluminosa y, con frecuencia, presenta dos conductos radiculares, aunque en algunos casos puede tener solo uno.
- Raíz distovestibular: Suele ser más pequeña y generalmente contiene un solo conducto.
- Raíz palatina: Es la más grande y robusta, con un solo conducto amplio y de trayectoria relativamente recta. (5)

Debido a la reabsorción fisiológica de las raíces en la dentición primaria, la morfología de los conductos puede presentar variaciones significativas, con conductos más anchos y menos curvados en comparación con los molares permanentes. Además, la presencia de anastomosis y ramificaciones laterales dentro del sistema de conductos puede dificultar la limpieza y conformación durante el tratamiento endodóntico. (6)

El conocimiento detallado de la anatomía radicular del primer molar superior primario es fundamental para lograr una adecuada preparación y obturación del sistema de conductos, minimizando el riesgo de errores durante el tratamiento endodóntico en pacientes pediátricos. (7)

2.3.3.3. Segundo molar inferior primario

Los segundos molares primarios erupcionan entre los 20 y 30 meses de edad y son cruciales para la masticación y la preservación del espacio para los segundos premolares. La pérdida prematura de los segundos molares primarios puede llevar a problemas de espacio y maloclusión, lo que subraya su importancia en el desarrollo dental infantil. (8)

Estos dientes tienen una anatomía similar a la de los primeros molares permanentes, con una corona amplia y cúspides prominentes. Las cúspides de los segundos molares primarios están diseñadas para soportar y distribuir las fuerzas de la masticación, facilitando la trituración eficiente de los alimentos (12).

La cámara pulpar de los segundos molares primarios es grande, lo que refleja la necesidad de espacio para el tejido pulpar en desarrollo. Típicamente, los segundos molares primarios inferiores tienen cuatro conductos radiculares: dos mesiales (mesiobucal y mesiolingual) y dos distales (distobucal y distolingual). Sin embargo, la anatomía de los conductos puede ser extremadamente variable. En algunos casos, pueden encontrarse conductos adicionales o configuraciones atípicas, lo que complica el tratamiento endodóntico. La curvatura y la variabilidad de estos conductos pueden complicar el tratamiento endodóntico, requiriendo técnicas precisas para su limpieza y conformación (18).

2.4. Técnicas de preparación endodóntica

2.4.1. Preparación manual

La preparación manual de los conductos radiculares se realiza utilizando limas manuales. Aunque es una técnica bien establecida, presenta limitaciones como el tiempo prolongado necesario para completar el tratamiento y el riesgo de errores iatrogénicos, como la formación de escalones y el transporte del canal (5). Esta técnica requiere habilidad y experiencia por parte del operador para asegurar una limpieza y conformación adecuadas del conducto.

La preparación manual de los conductos radiculares es una técnica tradicional en endodoncia que se realiza utilizando limas manuales para limpiar y conformar el sistema de conductos radiculares. Esta técnica, aunque bien establecida y ampliamente utilizada, presenta varias limitaciones que pueden afectar la eficiencia y el éxito del tratamiento endodóntico (7).

Una de las principales desventajas de la preparación manual es el tiempo prolongado necesario para completar el tratamiento. La utilización de limas manuales requiere movimientos repetitivos y precisos para limpiar y conformar adecuadamente los

conductos radiculares, lo que puede ser un proceso laborioso y lento. Este tiempo prolongado puede resultar en incomodidad para el paciente y fatiga para el operador, potencialmente afectando la calidad del tratamiento (1).

Además, la preparación manual de los conductos radiculares está asociada con un mayor riesgo de errores iatrogénicos. Entre los problemas más comunes se encuentran la formación de escalones y el transporte del canal. La formación de escalones ocurre cuando se crean irregularidades en la pared del conducto debido a una instrumentación incorrecta, lo que puede dificultar la limpieza y obturación adecuadas. El transporte del canal, por otro lado, se refiere al desplazamiento del eje del conducto debido a una instrumentación excesiva o incorrecta, lo que puede comprometer la integridad estructural del diente y aumentar el riesgo de perforación (2).

La efectividad de la preparación manual depende en gran medida de la habilidad y experiencia del operador. Los endodoncistas y odontólogos pediátricos deben tener un conocimiento profundo de la anatomía del sistema de conductos radiculares y habilidades técnicas avanzadas para manejar las complejidades de los conductos curvos y estrechos que pueden presentar los dientes primarios. Sin embargo, incluso con habilidades avanzadas, la variabilidad en la anatomía de los dientes puede presentar desafíos significativos (2).

A pesar de estas limitaciones, la preparación manual sigue siendo una técnica valiosa, especialmente en situaciones donde la instrumentación mecanizada no es factible. Las limas manuales permiten un control táctil preciso y son útiles en la exploración inicial de los conductos, la localización de la longitud de trabajo y la creación de un camino de deslizamiento para la instrumentación posterior (3).

2.4.2. Preparación rotatoria

La técnica rotatoria utiliza instrumentos mecanizados que giran a altas velocidades para limpiar y conformar los conductos radiculares. Esta técnica ha demostrado ser más

eficiente que la preparación manual, reduciendo significativamente el tiempo de tratamiento y mejorando la uniformidad de la preparación del conducto (6). Estudios han mostrado que las técnicas rotatorias ofrecen una mejor capacidad de limpieza y conformación, minimizando el riesgo de errores iatrogénicos (7).

Una de las principales ventajas de la preparación rotatoria es la eficiencia en la limpieza y conformación de los conductos radiculares. Los instrumentos rotatorios están diseñados para cortar dentina de manera eficiente y rápida, lo que reduce el tiempo total de tratamiento. Esto no solo mejora la experiencia del paciente al reducir el tiempo que deben pasar en el sillón dental, sino que también permite a los endodoncistas tratar más pacientes en un período de tiempo determinado (1).

La uniformidad en la preparación del conducto es otro beneficio clave de la técnica rotatoria. Los instrumentos rotatorios pueden conformar los conductos de manera más consistente, creando una forma cónica que facilita la limpieza y obturación posterior. Esta uniformidad es difícil de lograr con instrumentos manuales, especialmente en conductos radiculares curvos o de difícil acceso. La técnica rotatoria también permite una mejor irrigación del conducto, ya que la acción rotatoria ayuda a distribuir la solución irrigante de manera más efectiva a lo largo del conducto (2).

Estudios han demostrado que las técnicas rotatorias ofrecen una mejor capacidad de limpieza y conformación en comparación con las técnicas manuales. En particular, la técnica rotatoria minimiza el riesgo de errores iatrogénicos, como la formación de escalones y el transporte del canal, que son comunes con la preparación manual (3). Los instrumentos rotatorios están diseñados con características que reducen la probabilidad de estos errores, como una flexibilidad mejorada y la capacidad de seguir la curvatura natural del conducto radicular (1).

Además, la preparación rotatoria es menos dependiente de la habilidad del operador en comparación con las técnicas manuales. Aunque se requiere entrenamiento y experiencia para usar los instrumentos rotatorios de manera efectiva, la técnica es más

consistente y reproducible. Esto reduce la variabilidad entre operadores y mejora los resultados clínicos. (3).

Sin embargo, la técnica rotatoria no está exenta de limitaciones. La fractura de instrumentos es un riesgo potencial, especialmente si no se siguen las recomendaciones del fabricante para el uso y el reemplazo de los instrumentos. Además, algunos estudios sugieren que la técnica rotatoria puede generar una mayor cantidad de residuos dentinarios, lo que podría interferir con la adhesión de los materiales de obturación si no se manejan adecuadamente (4).

2.4.3.-Limas rotatorias pediátricas

Las limas rotatorias pediátricas han revolucionado el campo de la endodoncia pediátrica, ofreciendo una alternativa eficiente y precisa a las técnicas manuales tradicionales para la preparación de los conductos radiculares en dientes primarios. Estas limas están diseñadas específicamente para adaptarse a la anatomía única y a menudo compleja de los dientes primarios, proporcionando una serie de beneficios que mejoran significativamente los resultados del tratamiento (9).

Las limas rotatorias pediátricas están diseñadas con características específicas que las hacen adecuadas para su uso en pacientes jóvenes. Tienen un diámetro más pequeño y una mayor flexibilidad en comparación con las limas utilizadas en dientes permanentes. Esto permite una adaptación más fácil a los conductos radiculares estrechos y curvados de los dientes primarios, reduciendo el riesgo de perforaciones y fracturas. (9)

La mayoría de estas limas están fabricadas con aleaciones de níquel-titanio (NiTi), que ofrecen una combinación ideal de resistencia y flexibilidad. Las propiedades superelásticas del NiTi permiten que las limas se adapten a las curvaturas radiculares sin perder su forma, lo que es crucial para la limpieza completa y la conformación del conducto radicular. Además, las limas de NiTi tienen una memoria de forma que les

permite regresar a su forma original después de ser deformadas, lo que mejora su durabilidad y rendimiento (13).

El uso de limas rotatorias en endodoncia pediátrica presenta varias ventajas significativas sobre las técnicas manuales tradicionales (29):

- **Eficiencia y rapidez:** Las limas rotatorias pueden completar la preparación del conducto radicular en menos tiempo que las limas manuales. Esto es especialmente importante en el tratamiento de pacientes pediátricos, que pueden tener dificultades para permanecer inmóviles durante procedimientos largos.
- **Precisión en la preparación:** Las limas rotatorias proporcionan una preparación más uniforme y precisa del conducto radicular. La rotación constante y controlada de estas limas asegura una eliminación eficiente del tejido pulpar irreversiblemente dañado o necrótico y de los detritos, mejorando la limpieza y la conformación del conducto.
- **Reducción de errores iatrogénicos:** La flexibilidad y el diseño avanzado de las limas rotatorias reducen el riesgo de errores iatrogénicos, como la formación de escalones, la perforación del conducto y la fractura de la raíz. Esto es crucial para mantener la integridad estructural del diente durante y después del tratamiento.
- **Mejora de la calidad del tratamiento:** La capacidad de las limas rotatorias para adaptarse a las curvaturas radiculares complejas y proporcionar una limpieza completa mejora la calidad general del tratamiento endodóntico. Esto puede traducirse en una mayor tasa de éxito y una mejor salud oral a largo plazo para los pacientes pediátricos.

Para maximizar los beneficios de las limas rotatorias pediátricas, es fundamental seguir un protocolo de uso adecuado. Esto incluye la selección de la lima apropiada según la

morfología del conducto, el uso de un motor rotatorio con control de torque y velocidad, y la implementación de técnicas de irrigación eficaces para eliminar los detritos y las bacterias del conducto radicular.

- Selección de limas: Es crucial seleccionar el tamaño y tipo de lima adecuado para la anatomía específica del diente a tratar. Las limas más pequeñas y flexibles son preferibles para conductos estrechos y curvados, mientras que las limas más grandes pueden ser necesarias para conductos más amplios.
- Control de torque y velocidad: El uso de un motor rotatorio con control preciso de torque y velocidad es esencial para prevenir la fractura de las limas y minimizar el riesgo de perforación del conducto. Los parámetros óptimos deben ajustarse según las recomendaciones del fabricante y la experiencia clínica.
- Técnicas de irrigación: La irrigación efectiva es una parte integral del uso de limas rotatorias. Soluciones como el hipoclorito de sodio (2.5%) y la clorhexidina (2%) pueden ayudar a eliminar los detritos y desinfectar el conducto radicular, mejorando la limpieza y reduciendo el riesgo de infección postoperatoria.

Aunque las limas rotatorias pediátricas ofrecen múltiples ventajas, también presentan algunas consideraciones y limitaciones. La principal preocupación es el costo, ya que las limas de NiTi y los motores rotatorios pueden ser más costosos que las técnicas manuales tradicionales. Además, la curva de aprendizaje para el uso de estas herramientas puede ser empinada, requiriendo formación y práctica adicionales para los odontólogos (17).

Como se observa, las limas rotatorias pediátricas representan una innovación significativa en el tratamiento endodóntico de dientes primarios, ofreciendo mejoras en la eficiencia, precisión y calidad del tratamiento. Su uso adecuado puede transformar la práctica de la endodoncia pediátrica, proporcionando mejores resultados clínicos y una

mayor satisfacción tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud dental.

2.5. Impresión 3D en Odontología

2.5.1. Desarrollo y aplicación de dientes impresos en 3D

La impresión 3D ha revolucionado la odontología, permitiendo la creación de modelos dentales precisos a partir de datos digitales. Estos modelos se utilizan para planificar tratamientos, fabricar prótesis y guías quirúrgicas, y realizar investigaciones (9). En el contexto de la endodoncia, los modelos impresos en 3D proporcionan una plataforma estandarizada para comparar diferentes técnicas de preparación de conductos radiculares, eliminando la variabilidad asociada con los dientes naturales (3).

La variabilidad anatómica de los dientes naturales, que puede complicar los estudios comparativos, se elimina al utilizar modelos impresos en 3D. Estos modelos pueden ser replicados con precisión y modificados para simular diversas condiciones clínicas, lo que facilita la evaluación de nuevas técnicas y materiales endodónticos (2).

Los dientes impresos en 3D también son extremadamente útiles para la educación y formación de nuevos profesionales. Los estudiantes y residentes en odontología pueden practicar procedimientos en estos modelos, ganando experiencia y habilidades antes de tratar a pacientes reales. Además, los modelos impresos permiten la simulación de situaciones clínicas complejas, proporcionando una experiencia de aprendizaje más completa y efectiva (3).

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas, la impresión 3D en odontología también presenta ciertas limitaciones. La calidad de los modelos impresos puede variar dependiendo de la tecnología de impresión y los materiales utilizados. Los modelos dentales deben ser lo suficientemente duraderos para soportar los procedimientos clínicos y educativos, y la exactitud dimensional es crucial para asegurar resultados

precisos. Además, el costo de los equipos y materiales de impresión 3D puede ser una barrera para su adopción generalizada en algunas prácticas odontológicas (5).

2.6. Comparación de técnicas endodónticas

2.6.1. Estudios previos sobre técnicas manuales vs. rotatorias

Estudios han comparado la eficacia de las técnicas manuales y rotatorias en la preparación de conductos radiculares en dientes primarios. Mello-Moura et al. (1) encontraron que las técnicas rotatorias ofrecían una limpieza y conformación más eficientes en comparación con las manuales, reduciendo el tiempo de tratamiento y mejorando los resultados clínicos. Otros estudios han corroborado estos hallazgos, destacando la superioridad de las técnicas rotatorias en términos de precisión y seguridad (6, 7).

Los estudios que comparan las técnicas manuales y rotatorias en la preparación de conductos radiculares en dientes primarios han sido fundamentales para entender las ventajas y limitaciones de cada enfoque. En general, la literatura sugiere que las técnicas rotatorias son superiores en varios aspectos clave (7).

Entre estos estudios están el de Jeevanandan y Ganesh quienes realizaron un estudio sobre la efectividad del sistema de limas Kedo-S para la preparación de conductos radiculares en dientes primarios. Compararon las técnicas manuales tradicionales con las limas rotatorias Kedo-S y encontraron que las técnicas rotatorias ofrecían una preparación más eficiente y uniforme del conducto radicular. Los resultados mostraron que el uso de limas rotatorias reducía significativamente el tiempo de tratamiento y mejoraba la calidad de la limpieza y conformación del conducto (1).

El estudio de Bahrololoomi en 2007, se llevó a cabo una investigación para comparar la capacidad de limpieza y el tiempo de instrumentación entre las técnicas rotatoria y manual en dientes primarios. Su estudio concluyó que las técnicas rotatorias no solo reducen el tiempo de tratamiento, sino que también mejoran la limpieza del conducto radicular, siendo más efectivas en la remoción de detritos y tejido pulpar necrótico (2).

Azar et al. realizaron un estudio comparativo sobre la capacidad de limpieza de los sistemas rotatorios Mtwo y ProTaper frente a los instrumentos manuales en dientes primarios. Los resultados indicaron que los sistemas rotatorios presentaban una capacidad de limpieza superior, destacando la importancia de seleccionar adecuadamente el sistema de instrumentación para optimizar los resultados endodónticos. Las técnicas rotatorias demostraron ser más eficientes en la conformación del conducto y en la remoción de la capa de lodo dentinario [3].

Crespo et al. evaluaron la efectividad de la instrumentación rotatoria y manual para la limpieza de conductos radiculares en dientes primarios. Su estudio mostró que las técnicas rotatorias no solo eran más rápidas, sino que también ofrecían una limpieza más eficiente en comparación con las técnicas manuales. Este estudio subrayó la eficacia de las limas rotatorias en la preparación de conductos radiculares complejos, con una mejor remoción de detritos y una conformación más precisa del conducto (4).

Mello-Moura et al. llevaron a cabo un estudio ex vivo para comparar la eficacia de las técnicas manuales y rotatorias en la limpieza y conformación de conductos radiculares en dientes primarios. Los resultados mostraron que las técnicas rotatorias no solo reducían significativamente el tiempo de tratamiento, sino que también mejoraban la calidad de la preparación del conducto. Las técnicas rotatorias ofrecían una limpieza más eficiente, eliminando más residuos y tejido infectado, y una conformación más uniforme del conducto, lo que es crucial para la posterior obturación y éxito del tratamiento endodóntico (1).

Estos hallazgos fueron corroborados por otros estudios. George et al. realizaron una revisión sistemática y concluyeron que las técnicas rotatorias eran más efectivas que las manuales en términos de tiempo y precisión. La capacidad de las limas rotatorias para mantener la curvatura original del conducto, minimizar la formación de escalones y evitar el transporte del conducto fue destacada como una ventaja significativa. Además, la reducción en el tiempo de tratamiento con esta técnica mejora la comodidad del paciente y la eficiencia de la práctica clínica (6).

Bahrololoomi et al. (7) también compararon la capacidad de limpieza y el tiempo de instrumentación entre técnicas manuales y rotatorias en dientes primarios. Su estudio demostró que las técnicas rotatorias no solo eran más rápidas, sino que también proporcionaban una mejor limpieza de los conductos radiculares. La mayor eficiencia de las técnicas rotatorias se atribuyó a la acción mecánica constante y uniforme de las limas rotatorias, que es difícil de lograr con las técnicas manuales.

2.7. Pulpectomía en dentición primaria

La pulpectomía es un procedimiento endodóntico que implica la eliminación completa de la pulpa dental inflamada irreversiblemente o necrótica de los conductos radiculares, seguida de la limpieza, desinfección y obturación del espacio resultante para preservar la funcionalidad del diente afectado (15).

La pulpectomía se define como la extirpación quirúrgica de la pulpa dental de los conductos radiculares, realizada en dientes primarios o permanentes con el objetivo de eliminar la infección y prevenir la reinfección, manteniendo el diente hasta su exfoliación natural o restauración completa (16).

Una característica común en las definiciones es el enfoque en la desinfección y la obturación del conducto radicular con materiales biocompatibles. Este paso es crucial para evitar futuras infecciones y mantener la salud del diente hasta su exfoliación o su restauración completa (18, 20, 21). Las definiciones enfatizan la importancia de mantener la integridad y funcionalidad del diente, ya sea en el contexto de la odontología pediátrica o en dientes permanentes (16, 18, 19).

2.7.1. Indicaciones para la pulpectomía

La pulpectomía está indicada en varios casos, entre ellos:

- Lesiones de caries severas
- Traumatismos Dentales
- Abscesos Dentales
- Fístulas

2.7.3. Procedimiento de pulpectomía

1. Anestesia y aislamiento

Para comenzar, se administra anestesia local. La elección del tipo de anestesia y la técnica de administración dependerán de la edad del paciente y la cooperación que se espera del mismo. Una vez que la anestesia ha hecho efecto, se aísla de manera absoluta el diente con un dique de goma. Este aislamiento absoluto es crucial para mantener un campo operatorio seco y libre de contaminación salival, lo que mejora la visibilidad y la eficacia del procedimiento (24).

2. Acceso y Remoción de la Pulpa

El siguiente paso es la apertura de la cámara pulpar para acceder a la pulpa dañada irreversiblemente o necrosada. Esto se realiza utilizando una fresa de alta velocidad para crear una cavidad de acceso adecuada. Una vez que se ha accedido a la cámara pulpar, se procede a la eliminación de la pulpa con instrumentos manuales o rotatorios. En dientes primarios, es esencial ser cuidadoso para evitar dañar las estructuras circundantes y garantizar que toda la pulpa infectada sea eliminada (25).

3. Desinfección

Después de la eliminación de la pulpa dental, el sistema de conductos radiculares se irriga con soluciones desinfectantes. Las soluciones comúnmente utilizadas incluyen

hipoclorito de sodio al 5.25% y clorhexidina al 2%. Estas soluciones ayudan a eliminar cualquier residuo bacteriano y desinfectar completamente los conductos radiculares. La irrigación también ayuda a remover restos orgánicos e inorgánicos que podrían quedar en el conducto (26). Es fundamental utilizar una técnica de irrigación adecuada para asegurar que toda la longitud del conducto sea desinfectada (11,14).

4. Preparación del Conducto

La preparación del conducto radicular implica la conformación y limpieza del conducto para asegurar una desinfección adecuada y facilitar el posterior sellado. Se utilizan limas manuales o rotatorias para ensanchar y dar forma al conducto. La técnica de preparación puede variar, pero el objetivo es siempre crear una forma cónica que permita un sellado hermético. En la odontología pediátrica, la preparación debe ser cuidadosa debido a la delicada estructura de los dientes primarios (27).

5. Obturación

Una vez que el conducto ha sido limpiado y conformado, se procede a la obturación del conducto radicular. Esto se realiza con materiales biocompatibles como la pasta de óxido de zinc-eugenol, pasta hidróxido de calcio con yodoformo. El material de obturación se coloca en el conducto para sellarlo herméticamente y evitar la reinfección. La técnica de obturación debe asegurar que el material llene completamente el conducto sin dejar espacios vacíos que puedan permitir la proliferación bacteriana (28).

6. Restauración

El paso final del procedimiento es la restauración del diente. Esto puede implicar la colocación de una restauración provisional o definitiva, dependiendo de la situación

clínica. La restauración ayuda a proteger el diente tratado y restaurar su función masticatoria. En dientes primarios, es importante elegir una restauración que soporte las fuerzas de la masticación y proteja el diente hasta su exfoliación. Las opciones de restauración pueden incluir coronas de acero inoxidable o materiales compuestos (29).

2.7.5.-Desafíos y consideraciones especiales

1. Morfología del conducto

Los conductos radiculares de los dientes primarios son generalmente más delgados y curvos en comparación con los dientes permanentes. Esta anatomía peculiar complica la limpieza y obturación del conducto radicular. La curvatura y delgadez de los conductos aumentan el riesgo de perforaciones y fracturas durante la instrumentación. Además, la presencia de múltiples conductos y variaciones anatómicas puede dificultar aún más el acceso y la limpieza efectiva de todas las áreas del sistema de conductos (19). El uso de limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) puede ayudar a manejar estas dificultades debido a su flexibilidad y capacidad para mantener la curvatura natural del conducto.

2. Resorción radicular

La resorción radicular es un proceso fisiológico en los dientes primarios que prepara al diente para su exfoliación y la erupción del diente permanente subyacente. Este proceso puede dificultar el manejo endodóntico ya que la resorción puede alterar la longitud y la integridad de las raíces. La presencia de resorción radicular avanzada puede complicar la obturación del conducto, ya que puede haber menos estructura radicular para sostener

el material de obturación (20). Es fundamental evaluar cuidadosamente la extensión de la resorción mediante radiografías y ajustar la técnica de tratamiento en consecuencia.

3. Comportamiento del paciente

El manejo del comportamiento del paciente pediátrico es crucial para el éxito del tratamiento endodóntico. Los niños pueden tener miedo o ansiedad ante los procedimientos dentales, lo que puede dificultar la cooperación durante la pulpectomía. Técnicas de manejo del comportamiento, como la desensibilización sistemática, la distracción y, en algunos casos, la sedación consciente o anestesia general, pueden ser necesarias para asegurar que el paciente esté cómodo y cooperativo durante el tratamiento (21). Además, es importante que el odontólogo tenga habilidades en la comunicación con niños y en la creación de un ambiente dental amigable y seguro.

- **Tiempo de Tratamiento:** Los procedimientos endodónticos en niños deben ser eficientes para minimizar el tiempo que el paciente pasa en el sillón dental. El uso de técnicas y materiales que reduzcan el tiempo de tratamiento puede mejorar la experiencia del paciente y la eficacia del procedimiento (10).
- **Seguimiento Postoperatorio:** Es crucial realizar un seguimiento regular para monitorear la curación y detectar cualquier signo de complicaciones. Las visitas de seguimiento permiten al odontólogo evaluar el éxito del tratamiento y hacer ajustes si es necesario.

2.7.6. Pulpectomías mecanizadas en dientes primarios: Ventajas y desventajas

Ventajas de las pulpectomías mecanizadas

1. Eficiencia y Rapidez del Procedimiento

Una de las principales ventajas de las pulpectomías mecanizadas es la reducción significativa del tiempo del procedimiento. Las limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) permiten una instrumentación más rápida y eficiente en comparación con las técnicas manuales. Esto es particularmente beneficioso en odontología pediátrica, donde la cooperación del paciente puede ser limitada. Un procedimiento más rápido no solo reduce la incomodidad del paciente, sino que también mejora la productividad del clínico al permitir tratar a más pacientes en menos tiempo (25).

2. Mejor Conformación del Conducto

Las limas rotatorias de NiTi tienen la capacidad de mantener la curvatura natural del conducto radicular, lo que resulta en una conformación más homogénea y precisa. Esto es crucial en dientes primarios, donde los conductos pueden ser delgados y curvados. Una conformación adecuada facilita una mejor limpieza y obturación del conducto, reduciendo el riesgo de complicaciones futuras como reinfecciones (26).

3. Reducción de la fatiga del operador

El uso de instrumentos mecanizados disminuye la carga física sobre el operador, reduciendo la fatiga y el riesgo de lesiones por movimientos repetitivos. Esto es especialmente relevante en procedimientos complejos y prolongados, donde la precisión y la consistencia son fundamentales para el éxito del tratamiento (27).

4. Mejor desinfección del conducto

La instrumentación mecanizada permite una mejor desinfección del sistema de conductos radiculares. Las limas rotatorias, en combinación con irrigantes como el hipoclorito de sodio al 5.25% y la clorhexidina al 2%, aseguran la eliminación efectiva de bacterias y restos pulpares. Esta desinfección mejorada contribuye a un mejor pronóstico a largo plazo del diente tratado (28).

5. Consistencia en los resultados

Las técnicas mecanizadas reducen la variabilidad entre operadores, asegurando resultados más consistentes y predecibles. La precisión y control que ofrecen los sistemas rotatorios minimizan los errores humanos, lo que se traduce en tratamientos de mayor calidad y menos complicaciones (29).

6. Adaptación a la morfología del diente

Las limas mecanizadas pueden adaptarse mejor a la morfología del conducto radicular de los dientes primarios, facilitando la instrumentación en áreas difíciles de alcanzar con limas manuales. Esto es especialmente útil en dientes con anatomías complejas o conductos curvados (29).

Desventajas de las pulpectomías mecanizadas

1. Costo del equipo

Una de las principales desventajas de las pulpectomías mecanizadas es el costo del equipo y los materiales. Las limas rotatorias de NiTi y los motores endodónticos son significativamente más caros que los instrumentos manuales. Este costo adicional puede ser una barrera para algunas clínicas, especialmente en áreas con recursos limitados (23).

2. Curva de aprendizaje

El uso de sistemas mecanizados requiere un período de adaptación y entrenamiento para los clínicos. La curva de aprendizaje puede ser pronunciada, y los operadores necesitan adquirir habilidades específicas para manejar correctamente las limas rotatorias y evitar complicaciones como fracturas de instrumentos o perforaciones (25).

3. Riesgo de fractura de instrumentos

A pesar de su flexibilidad, las limas rotatorias de NiTi pueden fracturarse durante la instrumentación, especialmente en conductos curvados o calcificados. La fractura de un instrumento dentro del conducto puede complicar significativamente el tratamiento y, en algunos casos, requerir procedimientos adicionales para la extracción del fragmento (26).

4. Necesidad de mantenimiento y reemplazo de equipos

Los equipos mecanizados requieren un mantenimiento regular para asegurar su correcto funcionamiento. Además, las limas rotatorias deben ser reemplazadas después de un número determinado de usos para evitar fracturas y garantizar la eficacia del

tratamiento. Este mantenimiento y reemplazo constante representa un costo adicional para las clínicas (27).

5. Limitaciones en conductos muy curvos o estrechos

Aunque las limas rotatorias son generalmente eficaces en la mayoría de los casos, pueden tener limitaciones en conductos extremadamente curvos o estrechos. En tales situaciones, el uso de instrumentos manuales puede ser preferible para evitar el riesgo de fractura de instrumentos o perforaciones (26).

6. Sensibilidad del paciente

En algunos casos, los pacientes pueden experimentar sensibilidad o incomodidad debido a las vibraciones y el calor generado por las limas rotatorias. Es importante que el clínico monitoree la respuesta del paciente durante el procedimiento y ajuste la técnica según sea necesario para minimizar la incomodidad (26).

2.7.7.- Sistemas de limas pediátricas

En la odontología pediátrica, el tratamiento endodóntico de dientes primarios presenta desafíos únicos debido a la anatomía específica de estos dientes, como conductos radiculares más delgados y curvados. Los sistemas de limas pediátricas han sido desarrollados específicamente para abordar estos desafíos, proporcionando herramientas adaptadas a las necesidades de los dientes primarios y mejorando la eficacia y seguridad del tratamiento (8).

2.7.8.1.-Características de los sistemas de limas pediátricas

Los sistemas de limas pediátricas están diseñados con características específicas que los hacen ideales para su uso en dientes primarios. Entre las características más destacadas se incluyen:

1. Tamaño y flexibilidad reducidos

Las limas pediátricas son generalmente más pequeñas, con longitudes que varían entre 16 mm y 21 mm, y más flexibles que las limas utilizadas en dientes permanentes. Esta flexibilidad es crucial para navegar los conductos radiculares estrechos y curvados sin causar perforaciones o fracturas. La capacidad de las limas para adaptarse a la curvatura natural del conducto radicular permite una instrumentación más segura y efectiva. En dientes primarios, donde los conductos pueden ser extremadamente delgados y presentar múltiples curvaturas, esta característica es esencial para evitar daños estructurales durante el tratamiento (25).

2. Materiales de alta calidad

Muchas limas pediátricas están hechas de aleaciones de níquel-titanio (NiTi), que ofrecen una combinación óptima de flexibilidad y resistencia. El NiTi permite que las limas mantengan su forma y flexión sin fracturarse, incluso en los conductos más desafiantes. Esta aleación es altamente resistente a la corrosión y el desgaste, lo que prolonga la vida útil de las limas y asegura un rendimiento consistente. Además, la elasticidad del NiTi reduce el riesgo de fractura de instrumentos, lo que es especialmente importante en conductos radiculares complejos de dientes primarios (26).

3. Diseño de corte eficiente

El diseño de corte de las limas pediátricas está optimizado para remover eficientemente la pulpa infectada y los restos dentinarios. Los bordes cortantes afilados y la configuración de las espirales permiten una eliminación eficaz del tejido pulpar mientras se minimiza el riesgo de daño a la estructura dental. La geometría específica de las limas, con ángulos de corte precisos y diseños de espiral, facilita la evacuación de los detritos del conducto, mejorando así la eficiencia del procedimiento y reduciendo el tiempo necesario para completar la instrumentación (27).

4. Sistema de color-código

Muchos sistemas de limas pediátricas utilizan un sistema de color-código para facilitar la identificación rápida y precisa de los diferentes tamaños y tipos de limas. Este sistema es especialmente útil en un entorno clínico ocupado, permitiendo al odontólogo seleccionar rápidamente la lima adecuada para cada etapa del procedimiento. El uso de color-código también ayuda a estandarizar el proceso de instrumentación y reducir errores durante el tratamiento (28).

5. Compatibilidad con motores endodónticos

Los sistemas de limas pediátricas están diseñados para ser compatibles con la mayoría de los motores endodónticos disponibles en el mercado. Esta compatibilidad permite a los odontólogos utilizar sus equipos existentes sin necesidad de inversiones adicionales en nuevos dispositivos. Los motores endodónticos proporcionan un control preciso sobre la velocidad y el torque, lo que mejora la seguridad y eficacia del procedimiento (5).

6. Esterilización y reutilización

Las limas pediátricas están diseñadas para soportar múltiples ciclos de esterilización sin perder sus propiedades mecánicas. La capacidad de esterilizar y reutilizar las limas es crucial para mantener la asepsia en la práctica clínica y reducir los costos asociados con el reemplazo frecuente de instrumentos. Sin embargo, es importante seguir las recomendaciones del fabricante sobre el número máximo de usos para evitar el riesgo de fracturas o pérdida de eficiencia (29).

2.7.8.2.-Principales sistemas de limas pediátricas

El sistema Kedo-S es uno de los primeros sistemas de limas rotatorias diseñados específicamente para dientes primarios. Las limas Kedo-S son conocidas por su tamaño reducido y su diseño flexible, que facilita la instrumentación en conductos estrechos y curvados. Para los fines fueron utilizadas las Eighteeth de 30 de 16 mm Este sistema ha

demostrado ser eficaz en la limpieza y conformación de los conductos radiculares con un riesgo mínimo de fractura de instrumentos. Las limas Kedo-S están hechas de una aleación de níquel-titanio (NiTi), lo que les confiere una excelente flexibilidad y resistencia a la fractura. Además, estas limas están diseñadas para mantener la curvatura natural del conducto radicular, reduciendo el riesgo de perforaciones y otros daños durante el procedimiento (55).

El sistema Kedo-S incluye una variedad de limas de diferentes tamaños y formas, adaptadas específicamente a la anatomía de los dientes primarios. Estas limas están codificadas por colores para facilitar su identificación y selección durante el tratamiento. La eficiencia de corte de las limas Kedo-S permite una rápida eliminación de tejido pulpar y restos dentinarios, reduciendo el tiempo total del procedimiento y mejorando la experiencia del paciente [55].

Aunque originalmente diseñado para dientes permanentes, el sistema ProTaper Gold también se utiliza en odontología pediátrica debido a su flexibilidad y eficiencia. Las limas ProTaper Gold están hechas de una aleación especial de NiTi que proporciona una flexibilidad adicional, permitiendo una instrumentación segura en conductos radiculares de dientes primarios. Además, su diseño de corte múltiple permite una preparación rápida y eficiente del conducto.

Las limas ProTaper Gold presentan una secuencia de instrumentos con diferentes grados de conicidad y tamaño, lo que facilita la conformación progresiva del conducto radicular. La tecnología utilizada en estas limas reduce el riesgo de fractura y mejora la precisión en la preparación del conducto. Los estudios han demostrado que el uso de ProTaper Gold en dientes primarios mejora significativamente la limpieza y conformación del conducto, reduciendo el riesgo de complicaciones postoperatorias [56].

El sistema WaveOne Gold utiliza un movimiento recíprocante en lugar de un movimiento rotatorio continuo. Esta técnica reduce la fatiga del instrumento y el riesgo

de fractura, haciéndolo adecuado para su uso en dientes primarios. Las limas WaveOne Gold están diseñadas para ser utilizadas en un solo uso, lo que garantiza una mayor seguridad y eficacia en cada procedimiento.

El movimiento recíprocante implica un vaivén alternante que imita el movimiento manual de las limas, pero con mayor eficiencia y menor esfuerzo físico. Esta técnica reduce significativamente la tensión sobre la lima, disminuyendo el riesgo de fractura y aumentando la durabilidad del instrumento. Además, las limas WaveOne Gold están diseñadas con una geometría específica que facilita la eliminación de detritos y la limpieza completa del conducto radicular [57].

El sistema WaveOne Gold también se beneficia de la codificación por colores y la disponibilidad de diferentes tamaños de limas, adaptadas a la morfología de los dientes primarios. La utilización de estas limas en un solo uso elimina el riesgo de contaminación cruzada y asegura una instrumentación segura y efectiva en cada sesión de tratamiento [58].

El sistema Mtwo es otro sistema popular que se utiliza en odontología pediátrica. Las limas Mtwo están diseñadas con un alto nivel de flexibilidad y una capacidad de corte eficiente. Su diseño permite una preparación rápida y segura de los conductos radiculares, minimizando el riesgo de complicaciones.

Las limas Mtwo presentan una configuración de espiral específica y bordes cortantes afilados que facilitan la eliminación de tejido pulpar y restos dentinarios. La flexibilidad de las limas Mtwo permite una adaptación precisa a la curvatura del conducto radicular, reduciendo el riesgo de perforaciones y otras complicaciones. Además, el diseño eficiente de estas limas permite una preparación rápida del conducto, reduciendo el tiempo total del procedimiento y mejorando la comodidad del paciente [59].

El sistema Mtwo incluye una variedad de limas de diferentes tamaños y formas, adaptadas a las necesidades específicas de cada caso clínico. Estas limas están diseñadas

para ser utilizadas en una secuencia específica que maximiza la eficiencia y seguridad del procedimiento. La utilización de limas Mtwo en odontología pediátrica ha demostrado mejorar significativamente los resultados del tratamiento endodóntico, asegurando una limpieza completa y una conformación adecuada del conducto radicular [60].

El sistema FlexMaster es otro sistema de limas rotatorias que se ha adaptado para su uso en odontología pediátrica. Las limas FlexMaster están diseñadas con una configuración de triple hélice y bordes cortantes afilados, lo que facilita la eliminación eficiente de tejido pulpar y restos dentinarios. La flexibilidad de las limas FlexMaster permite una adaptación precisa a la morfología del conducto radicular, reduciendo el riesgo de fracturas y perforaciones.

El sistema FlexMaster incluye una variedad de limas de diferentes tamaños y conicidades, adaptadas a las necesidades específicas de los dientes primarios. Estas limas están diseñadas para ser utilizadas en una secuencia específica que maximiza la eficiencia y seguridad del procedimiento. La utilización de limas FlexMaster en odontología pediátrica ha demostrado mejorar significativamente la limpieza y conformación del conducto radicular, asegurando una obturación hermética y una curación exitosa [61].

El Hero Shaper es un sistema de limas rotatorias de segunda generación diseñado para ofrecer alta elasticidad en rotación. Las limas Hero Shaper presentan un diseño de triple hélice con bordes cortantes afilados, lo que facilita la eliminación eficiente de tejido pulpar y restos dentinarios. La flexibilidad de las limas Hero Shaper permite una adaptación precisa a la curvatura del conducto radicular, reduciendo el riesgo de fracturas y perforaciones.

El sistema Hero Shaper incluye una variedad de limas de diferentes tamaños y conicidades, adaptadas a las necesidades específicas de los dientes primarios. Estas limas están diseñadas para ser utilizadas en una secuencia específica que maximiza la

eficiencia y seguridad del procedimiento. La utilización de limas Hero Shaper en odontología pediátrica ha demostrado mejorar significativamente la limpieza y conformación del conducto radicular, asegurando una obturación hermética y una curación exitosa [62].

Los sistemas de limas pediátricas, como Kedo-S, ProTaper Gold, WaveOne Gold, Mtwo, FlexMaster y Hero Shaper, ofrecen soluciones avanzadas para el tratamiento endodóntico de dientes primarios. Estas limas están diseñadas específicamente para abordar los desafíos únicos de los dientes primarios, proporcionando una instrumentación eficiente, segura y efectiva. La selección adecuada del sistema de limas y la aplicación correcta de la técnica de instrumentación son esenciales para asegurar el éxito del tratamiento endodóntico en odontología pediátrica.

Las limas pediatras E-Flex Mini

Las limas pediatras E-Flex Mini son herramientas diseñadas específicamente para el tratamiento endodóntico en dientes primarios y dientes jóvenes con conductos radiculares más estrechos y frágiles. Estas limas forman parte de los sistemas modernos de instrumentación endodóntica y están adaptadas a las necesidades particulares del tratamiento en pacientes pediátricos.

Ventajas

Diseño Adaptado:

- Están especialmente diseñadas para dientes primarios y jóvenes, adaptándose a la anatomía más pequeña y delicada de estos dientes.

Flexibilidad:

- La flexibilidad de las limas permite un mejor manejo en conductos curvos y estrechos, facilitando la preparación del canal sin comprometer la integridad del diente.

Reducción de Riesgos:

- El uso del níquel-titanio y el diseño miniatura reducen el riesgo de fractura y perforación, ofreciendo un tratamiento más seguro y efectivo.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Estudio

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, descriptivo y de corte experimental, específicamente diseñado para evaluar la efectividad de dos técnicas endodónticas: la técnica manual y la técnica rotatoria, en un entorno *in vitro*. Los estudios *in vitro* permiten que la investigación se desarrolle bajo condiciones controladas, eliminando la influencia de factores biológicos o clínicos que podrían afectar los resultados (108). Este tipo de enfoque experimental ofrece la posibilidad de obtener datos altamente precisos y repetibles, lo cual es esencial para establecer comparaciones objetivas entre las técnicas evaluadas.

Al tratarse de un estudio cuantitativo, se recolectarán datos numéricos que permitirán analizar de manera objetiva las variables relacionadas con la preparación del conducto radicular en dientes primarios. Estos datos incluyen mediciones de tiempo de intervención, la eficiencia en la limpieza del conducto, y la preservación de la anatomía dental tras la intervención (109). La naturaleza cuantitativa del estudio facilita el uso de análisis estadísticos robustos, lo que asegura una interpretación precisa de los resultados obtenidos en cada grupo de tratamiento.

El diseño descriptivo del estudio permite documentar las características observadas en los modelos dentales impresos en 3D después de la intervención. Se evaluarán aspectos como la conformación del conducto radicular y la remoción de la capa de smear, los cuales son indicadores clave de la calidad del tratamiento endodóntico (110). La descripción detallada de estos factores permitirá realizar un análisis exhaustivo del comportamiento de cada técnica y de su efectividad en la preparación del canal.

Este estudio es también comparativo y prospectivo, lo que significa que se compararán los resultados obtenidos entre los dos grupos experimentales a lo largo del tiempo. Cada grupo estará compuesto por modelos dentales tratados con una de las dos técnicas, manual o rotatoria. Los modelos dentales impresos en 3D, basados en tomografías

computarizadas de dientes primarios, aseguran la precisión y estandarización del experimento, lo que elimina posibles sesgos relacionados con la variabilidad anatómica de los dientes (111). Este enfoque comparativo permitirá determinar si una técnica es significativamente superior en términos de eficacia clínica y operativa, basándose en los resultados cuantitativos obtenidos.

Además, el estudio es de carácter prospectivo, lo que implica que los datos se recolectarán progresivamente durante el transcurso de las intervenciones. Esto permite realizar un seguimiento continuo de los resultados, proporcionando una visión temporal más detallada del impacto de cada técnica en la preparación del conducto radicular (112). Los estudios prospectivos son ideales para identificar patrones de comportamiento y establecer correlaciones entre las variables investigadas, lo que en este caso ayudará a determinar la técnica más eficiente en endodoncia pediátrica.

El hecho de que el estudio se realice in vitro también garantiza que las condiciones experimentales sean completamente controladas, eliminando cualquier variabilidad externa. Esto resulta en un entorno de laboratorio que permite realizar intervenciones de manera repetible y precisa, asegurando que los resultados obtenidos sean comparables y puedan ser analizados con rigor estadístico (113). En última instancia, este tipo de enfoque proporciona una base sólida para generar recomendaciones clínicas sobre el uso de técnicas manuales y rotatorias en la endodoncia de dientes primarios.

3.2. Localización

El estudio se llevará a cabo en la Clínica de Odontopediatría de la Universidad Iberoamericana (UNIBE), en Santo Domingo, República Dominicana. En esta clínica se cuenta con las instalaciones y los equipos necesarios para llevar a cabo las intervenciones endodónticas en modelos impresos en 3D, incluyendo instrumentos manuales y rotatorios de alta precisión, además de tomografía computarizada para evaluar los resultados postoperatorios.

3.3. Población y Muestra

La población de estudio está representada por modelos dentales impresos en 3D (BIOMED3D), generados a partir de tomografías a una paciente pediátrica de 3 años y 11 meses de edad. Se seleccionarán 40 modelos dentales que cumplirán con los criterios de inclusión establecidos. Estos modelos se dividirán en dos grupos: 20 modelos serán tratados con la técnica manual y 20 modelos serán tratados con la técnica rotatoria. Esta muestra permitirá realizar una comparación detallada entre las dos técnicas bajo condiciones controladas.

Para mejorar la representatividad y validez de los resultados, se sugiere que futuros estudios incluyan una muestra más diversa que contemple diferentes tipos de morfologías de conductos radiculares. Esto implica que tanto los modelos impresos en 3D como los dientes naturales utilizados deben reflejar esta variedad anatómica. Al incluir una mayor diversidad en las morfologías de los conductos, será posible evaluar con mayor precisión la eficacia de cada técnica en diferentes escenarios anatómicos. De esta manera, los resultados podrán aplicarse con mayor confianza a una población clínica más amplia y representativa.

Esta mejora no solo fortalecería la validez externa de los hallazgos, sino que también permitiría obtener información más detallada sobre cómo cada técnica responde a las variaciones anatómicas comunes en los dientes primarios, lo que sería valioso para la práctica clínica.

3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión:

- Modelos dentales en 3D de dientes primarios obtenidos de pacientes pediátricos.
- Modelos con características anatómicas estandarizadas que aseguren la uniformidad en el estudio.

Criterios de Exclusión:

- Modelos dentales impresos en 3D que presenten defectos de impresión que puedan alterar la precisión de la técnica.
- Modelos que no representen fielmente la anatomía dental de los pacientes pediátricos originales.

3.5. Instrumentos de recolección de datos

Modelos Dentales Impresos en 3D: Estos serán el instrumento central del estudio. Los modelos permitirán replicar las condiciones anatómicas de los dientes primarios y evaluar la efectividad de las técnicas manuales y rotatorias en la preparación de conductos radiculares.

Fotografías Clínicas: Se tomarán imágenes de los modelos antes y después de la intervención para documentar visualmente los cambios y las mejoras en la limpieza del conducto radicular.

Tomografía Computarizada (TC): Este instrumento será utilizado tanto para la planificación inicial de la intervención como para la evaluación postoperatoria. Permitirá una revisión precisa de la conformación del conducto y la eliminación de la capa de smear.

Software Estadístico SPSS: Los datos recolectados serán analizados con este software, lo que permitirá realizar análisis estadísticos comparativos detallados entre las dos técnicas endodónticas.

3.6. Procedimientos

La secuencia de uso llevada a cabo fue exactamente según las especificaciones del fabricante.

- División de los modelos: Los 40 modelos dentales impresos en 3D se dividirán en dos grupos homogéneos de 20 modelos cada uno. El grupo 1 será tratado con la técnica manual y el grupo 2 con la técnica rotatoria.
- Previo al protocolo del sistema se utilizó una lima tipo K 06 de 21 mm con movimientos de cateterismo para ese momento de conocer la luz del conducto. Esto como preferencia y costumbre del operador. (10)

Grupo 1: Técnica Manual

Se realizó una apertura convencional utilizando una fresa redonda de carburo en una pieza de mano de alta velocidad, asegurando una cavidad de acceso adecuada para la instrumentación.

Se eliminó el techo de la cámara pulpar y se localizó el sistema de conductos radiculares.

Instrumentación Manual:

Se utilizaron limas K de acero inoxidable en una secuencia progresiva, comenzando con calibres más pequeños, haciendo uso de la lima 06 de 21 mm, para determinar la longitud de trabajo mediante una radiografía inicial.

La instrumentación se realizó con movimientos de penetración y retracción (técnica de limado) y una técnica de circunducción para mejorar la conformación del conducto.

Se irrigó abundantemente con alcohol Isopropílico al 70% entre cada cambio de lima para eliminar restos pulpares y desinfectar el conducto.

Conformación y Terminación:

Se finalizó la preparación del conducto con una lima de mayor calibre, específicamente la lima 30 de 21 mm, asegurando una forma cónica adecuada para la obturación.

Se realizó un lavado final con alcohol isopropílico al 70% y se secó el conducto con conos de papel estériles.

Grupo 2: Técnica Rotatoria

Se empleó el mismo protocolo de apertura con fresa redonda de carburo para garantizar una entrada adecuada al sistema de conductos.

Instrumentación Rotatoria:

Se utilizaron limas de níquel-titanio de la marca Eighteeth, iniciando con la lima 17 de 10 mm montadas en un motor endodóntico rotatorio con control de torque y velocidad.

Se aplicó un movimiento de rotación continua con secuencias de limas específicas según el sistema utilizado (por ejemplo, ProTaper o MTwo), siguiendo un protocolo de instrumentación preestablecido.

Se determinó la longitud de trabajo con una radiografía periapical inicial y un localizador electrónico de ápice.

Se realizó irrigación constante con hipoclorito de sodio al 2.5% entre cada lima para optimizar la eliminación de residuos y la desinfección del conducto.

Conformación y Terminación:

Se completó la preparación del conducto con una lima final de mayor calibre (30 de 16 mm) para obtener una adecuada conformación cónica.

Se realizó un lavado final con suero fisiológico y se secó el conducto con conos de papel antes de la obturación.

- Intervención: Las intervenciones serán realizadas por operadores con experiencia similar en endodoncia, quienes seguirán protocolos estandarizados para garantizar la consistencia en la aplicación de ambas técnicas.
- Evaluación Postoperatoria: Tras la intervención, se realizarán tomografías computarizadas de los modelos para evaluar la calidad de la limpieza del canal, la preservación de la anatomía original y la conformación final del conducto.

3.7. Plan Estadístico

Prueba t de Student

La principal prueba estadística utilizada será la prueba t de Student para muestras independientes, la cual permitirá comparar las medias de las variables cuantitativas entre ambos grupos. Esta prueba es ideal para identificar diferencias significativas entre dos grupos independientes y se aplicará en el análisis de:

- Tiempo total de instrumentación (medido en minutos).
- Precisión en la limpieza del conducto (evaluada mediante imágenes postoperatorias).

- Remoción de la capa de smear layer (valorada mediante microscopía electrónica y análisis visual detallado).

El uso de la prueba t permitirá establecer si existen diferencias estadísticamente significativas en la eficiencia y precisión de las técnicas manual y rotatoria.

Análisis de Varianza (ANOVA) de un solo factor

Para determinar si existen diferencias estadísticas en la efectividad de la preparación del conducto radicular, se aplicará un ANOVA de un solo factor. Esta prueba es útil cuando se comparan múltiples condiciones dentro de un mismo estudio y permite identificar diferencias en:

- Uniformidad en la conformación del conducto radicular.
- Diferencias en la calidad del tratamiento entre los dos grupos.

El ANOVA permite detectar variaciones en las medias de los grupos y evaluar si las diferencias observadas son atribuibles a las técnicas utilizadas o a otros factores incontrolados durante el estudio.

Variables Analizadas

Variables Dependientes:

- Tiempo de instrumentación: Se medirá en minutos y se comparará entre ambos grupos.
- Calidad de la preparación del conducto: Se evaluará mediante imágenes tomográficas y microscopía electrónica para determinar la precisión en la limpieza y conformación.

Variables Independientes:

- Técnica utilizada (manual vs. rotatoria): Se analizará cómo cada técnica influye en la eficiencia y calidad del tratamiento endodóntico.

Variables de Control y Subgrupos:

Para garantizar la validez de los resultados, se evaluará la influencia de variables adicionales, tales como:

- Tipo de diente tratado (superior vs. inferior).
- Complejidad anatómica del conducto.
- Tiempo de intervención en función del tipo de conducto radicular.

El análisis por subgrupos permitirá visualizar si ciertas características influyen en la efectividad de cada técnica.

Herramientas de Análisis Estadístico

El análisis de datos será realizado utilizando software estadístico especializado, como SPSS y Epi Info, que permiten:

- Estructuración de bases de datos.
- Cálculo de valores p exactos para cada análisis (más allá de simplemente indicar $p < 0.05$).
- Cálculo de intervalos de confianza al 95% (IC 95%).

Estos valores proporcionarán una visión más clara de la variabilidad y certeza de los resultados, facilitando una interpretación más precisa de la diferencia entre ambas técnicas.

Tamaño del Efecto

Para contextualizar la importancia clínica de los resultados, se calcularán medidas del tamaño del efecto, que permiten evaluar si las diferencias observadas son significativas desde el punto de vista clínico:

- Cálculo del d de Cohen para la prueba t , que indica la magnitud de la diferencia entre ambas técnicas.
- Cálculo de la η^2 cuadrada parcial para el ANOVA, que evalúa el impacto del tipo de técnica en la variabilidad de los resultados.

Un resultado estadísticamente significativo no siempre implica una diferencia clínicamente relevante. Estas métricas garantizarán que los hallazgos sean aplicables en la práctica odontológica.

Análisis del Poder Estadístico

Se realizará un análisis del poder estadístico para cada una de las pruebas aplicadas, garantizando que la muestra utilizada sea suficiente para detectar diferencias reales entre las técnicas.

- Un poder estadístico alto (> 0.80) indicará que la muestra fue adecuada y que los hallazgos son confiables.
- Un poder estadístico bajo (< 0.80) podría sugerir que la muestra fue insuficiente, aumentando el riesgo de errores tipo II (no detectar diferencias significativas cuando realmente existen).

Si el poder estadístico resulta bajo, se recomendará ampliar la muestra en futuras investigaciones para mejorar la precisión de los resultados.

Consideraciones Finales

El uso de pruebas estadísticas robustas (prueba t y ANOVA), junto con el análisis del tamaño del efecto y el poder estadístico, garantizará que las conclusiones de este estudio sean sólidas y confiables.

Además, la inclusión de valores p exactos, intervalos de confianza (IC 95%) y medidas del tamaño del efecto permitirá una interpretación más clara y precisa de los hallazgos.

Finalmente, estos resultados proporcionarán una base estadística bien fundamentada para realizar recomendaciones clínicas, asegurando que la mejor técnica (manual o rotatoria) sea implementada en la práctica odontológica de manera efectiva y basada en evidencia científica.

3.7.-Consideraciones éticas

Este estudio fue sometido a la evaluación del Comité de Ética de la Universidad Iberoamericana (UNIBE), el cual determinó que la investigación no requería aprobación formal, ya que se realizó en un entorno in vitro, sin la participación de sujetos humanos ni el uso de datos clínicos sensibles.

Además, el estudio cumplió con los principios éticos de la investigación científica, respetando los lineamientos de la Declaración de Helsinki y las normativas internacionales para estudios experimentales en odontología. No se involucraron pacientes, animales ni intervenciones clínicas, por lo que el riesgo bioético fue inexistente. Por lo tanto, este trabajo está exento de aprobación ética, al no comprometer la integridad ni los derechos de individuos, garantizando la transparencia, rigor metodológico y cumplimiento de estándares éticos en la investigación.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1.1. Tiempo de Instrumentación

Tabla 1: Tiempos de preparación de conductos radiculares en molares superiores e inferiores

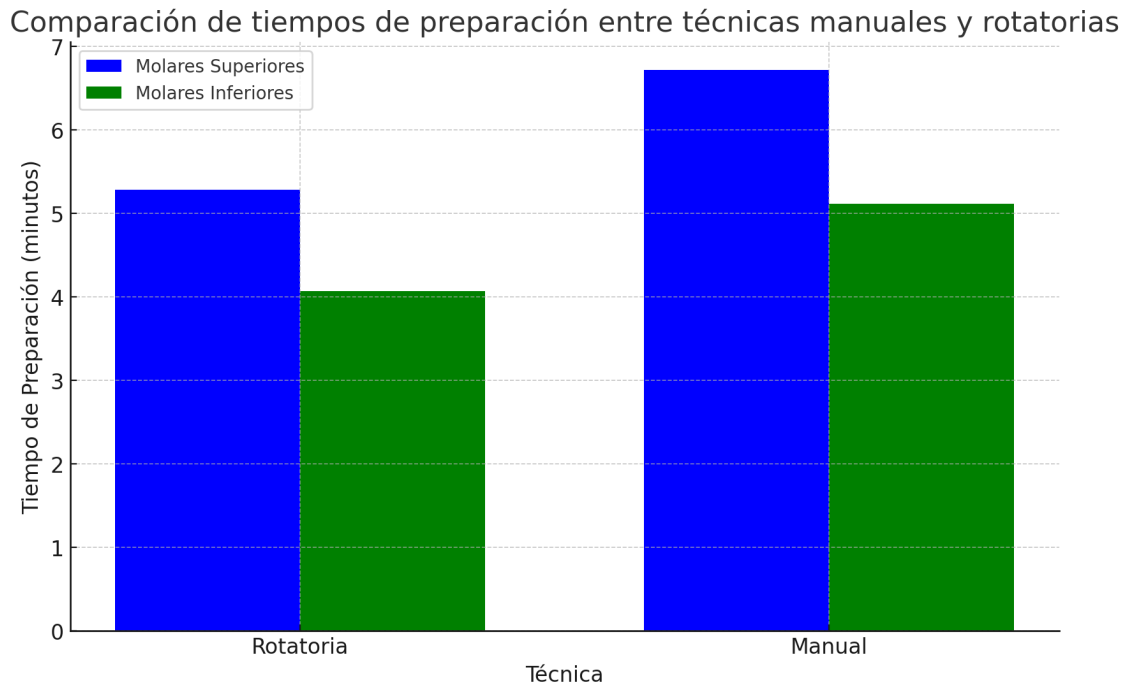
<i>Técnica</i>	<i>Molares Superiores (min)</i>	<i>Molares Inferiores (min)</i>
<i>Rotatoria</i>	05:17.84	04:04.60
<i>Manual</i>	06:43.35	05:07.07

Los resultados de este estudio confirman que la técnica rotatoria es significativamente más rápida que la manual en la instrumentación de molares superiores e inferiores. En los molares superiores, redujo el tiempo en un 22.1%, mientras que en los inferiores la disminución fue del 20.5%, lo que resalta su eficacia en endodoncia pediátrica, especialmente en pacientes con cooperación limitada.

El análisis estadístico mediante la prueba t de Student mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) a favor de la técnica rotatoria. Además, el ANOVA de un solo factor confirmó su eficacia en ambos tipos de molares, sin variaciones relevantes por ubicación. El cálculo del d de Cohen reflejó un tamaño de efecto moderado a grande, lo que indica importancia clínica, y el análisis del poder estadístico (>0.80) respaldó la validez de los resultados.

La técnica rotatoria optimiza el tiempo de instrumentación y proporciona una preparación más uniforme, aunque la elección del método debe considerar factores anatómicos y estructurales para garantizar un tratamiento seguro y eficaz.

Gráfico 1: Comparación de tiempos de preparación entre técnicas manuales y rotatorias en molares superiores e inferiores



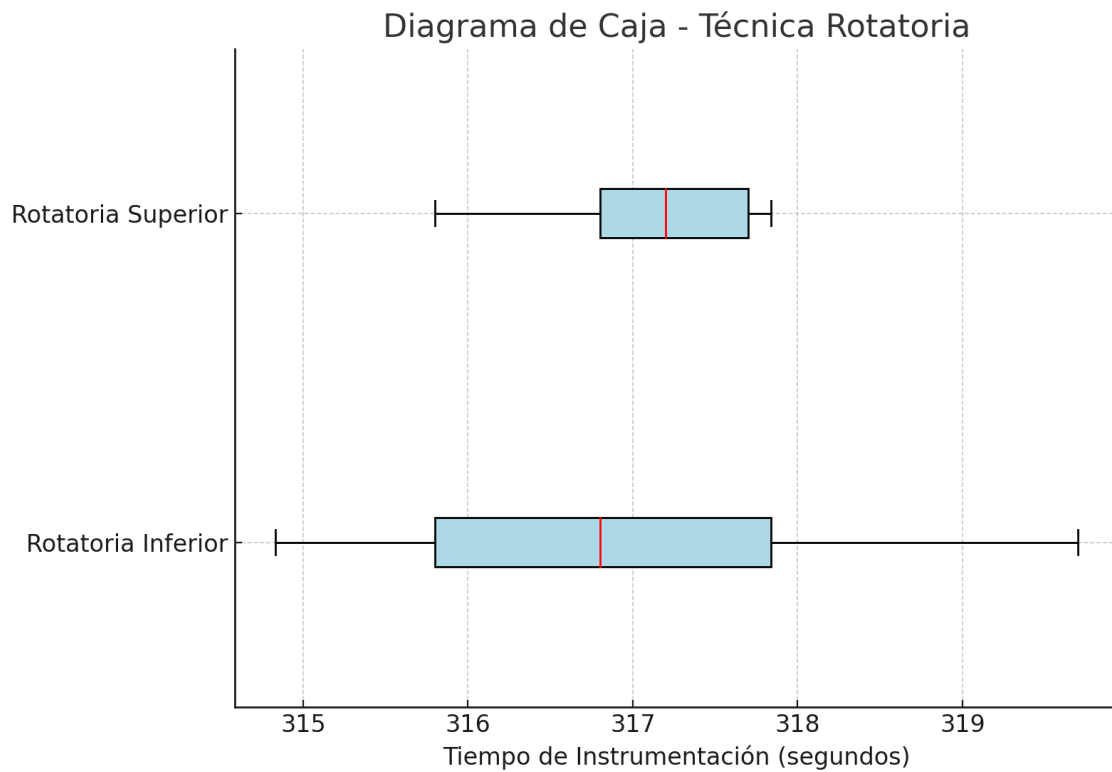
Este gráfico ofrece una comparación visual clara y detallada de los tiempos promedio de preparación de conductos radiculares utilizando dos técnicas diferentes: la técnica rotatoria y la técnica manual, aplicadas tanto en molares superiores como en molares inferiores. Los tiempos, presentados en minutos y segundos, permiten observar de manera precisa la eficiencia relativa de cada técnica.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, la técnica rotatoria se destaca por su capacidad de reducir significativamente el tiempo necesario para la preparación de los conductos radiculares en comparación con la técnica manual. En los molares superiores, la preparación mediante técnica rotatoria se completa en un promedio de 5 minutos y 17 segundos, mientras que la técnica manual requiere un tiempo mayor, con un promedio de 6 minutos y 43 segundos.

La tendencia es similar en los molares inferiores, donde la técnica rotatoria también demuestra ser más rápida. Los tiempos promedio para la preparación de los conductos en molares inferiores son de 4 minutos y 4 segundos utilizando la técnica rotatoria,

comparado con los 5 minutos y 7 segundos necesarios para la técnica manual. Esta reducción de tiempo, de más de un minuto, subraya la ventaja que la técnica rotatoria ofrece en términos de eficiencia operativa.

Gráfico 2: Diagrama de Caja- Técnica Rotatoria



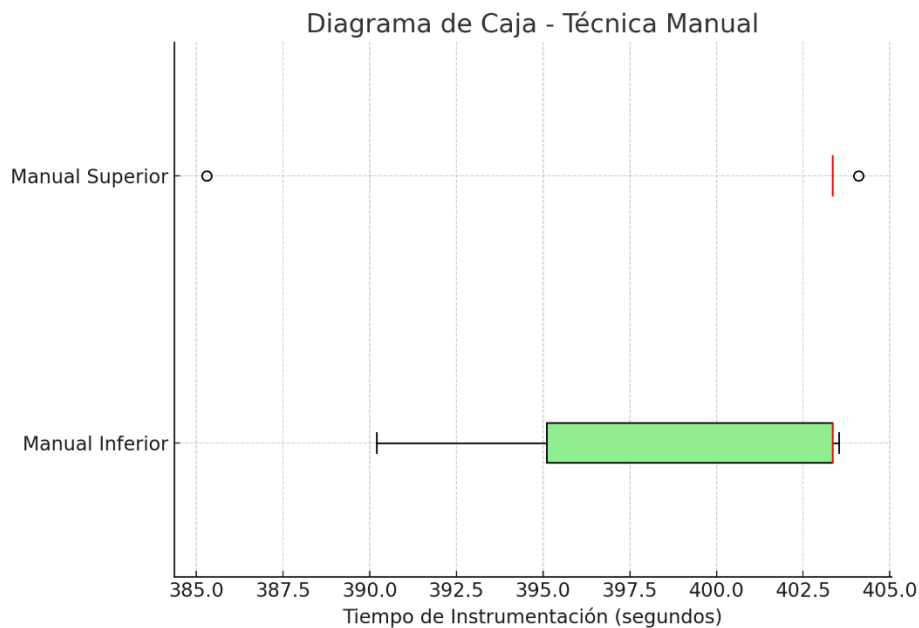
El Diagrama de Caja 1 correspondiente a la técnica rotatoria ofrece una visión clara de la distribución uniforme de los tiempos de instrumentación tanto en molares superiores como en inferiores. La mediana de los tiempos es prácticamente igual para ambos tipos de molares, lo que indica que, en promedio, los tiempos de tratamiento son consistentes independientemente de la ubicación del molar. Esta uniformidad es un punto fuerte de la técnica rotatoria, ya que garantiza un tiempo de procedimiento predecible y estable, lo que es especialmente relevante en contextos clínicos donde la eficiencia y la rapidez son críticas, como en odontología pediátrica.

Una observación importante es la baja dispersión de los datos, lo que significa que no solo el tiempo promedio es favorable, sino que también hay poca variabilidad entre los diferentes casos. Esto es un indicativo de que la técnica rotatoria genera resultados consistentes, reduciendo la posibilidad de que el tiempo de preparación varíe considerablemente entre un paciente y otro. La predictibilidad de los tiempos es un aspecto crucial en procedimientos endodónticos, ya que facilita la planificación y reduce el estrés tanto para el paciente como para el profesional de la salud.

El rango intercuartílico (la distancia entre el primer y tercer cuartil) es relativamente estrecho, lo que sugiere que la mayoría de los tiempos de instrumentación están cercanos a la mediana. Este hallazgo es positivo porque denota que la técnica rotatoria es altamente consistente en términos de duración del procedimiento, lo cual puede mejorar la calidad del tratamiento al minimizar las variaciones inesperadas. Además, no se observan valores atípicos, lo que refuerza aún más la estabilidad de la técnica y su capacidad para ofrecer resultados reproducibles en diferentes escenarios.

Otra ventaja evidente que se desprende del diagrama de caja es la menor dispersión en comparación con otras técnicas, lo que sugiere que la técnica rotatoria no solo es más rápida, sino que también es más confiable en cuanto a la variabilidad de los tiempos de preparación. Esto es fundamental en la odontología pediátrica, donde la rapidez y consistencia son clave para mantener la cooperación del paciente y reducir el malestar asociado a los tratamientos dentales prolongados.

Gráfico 3: Diagrama de Caja- Técnica Manual



El Diagrama de Caja 2 correspondiente a la técnica manual revela una mayor dispersión en los tiempos de instrumentación en comparación con la técnica rotatoria, tanto en molares superiores como en inferiores. Este gráfico muestra que la mediana de los tiempos es consistentemente mayor en ambos tipos de molares, lo que confirma que la técnica manual es más lenta en promedio. Sin embargo, lo más destacable es la variabilidad observada, lo que sugiere que la duración del procedimiento manual es mucho menos predecible.

El rango intercuartílico es más amplio, lo que significa que los tiempos de instrumentación varían considerablemente entre los diferentes casos. Esta mayor dispersión indica que, dependiendo de las condiciones específicas de cada paciente o molar, el tiempo necesario para realizar el tratamiento puede fluctuar significativamente, lo que no es ideal en la práctica clínica. La técnica manual parece depender en gran medida de la destreza del operador, lo que introduce una mayor variabilidad en los resultados. Esto podría hacer que algunos tratamientos sean mucho más largos, afectando la eficiencia y el confort del paciente.

Un aspecto crítico es la presencia de valores atípicos, que son evidentes en el diagrama. Estos valores reflejan que, en algunos casos, los tiempos de instrumentación se desviaron notablemente del promedio, lo que puede deberse a factores como la complejidad del conducto radicular o la experiencia del operador. Esta irregularidad en los tiempos es un desafío en la práctica clínica, ya que puede generar demoras inesperadas y afectar la calidad general del tratamiento.

El análisis del diagrama de caja para la técnica manual revela una menor consistencia y una mayor variabilidad en los tiempos de instrumentación, lo que puede comprometer la eficiencia del tratamiento, especialmente en odontología pediátrica, donde los tiempos prolongados pueden generar incomodidad y falta de cooperación por parte del paciente.

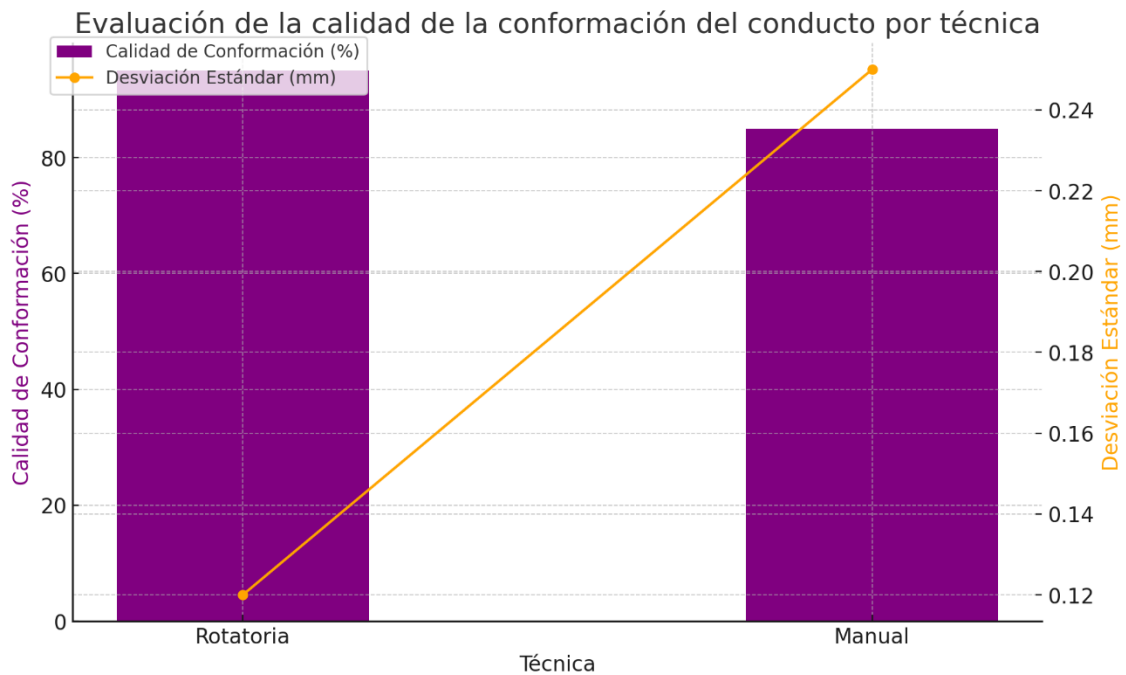
4.1.2. Calidad de la Preparación del Conducto

Tabla 2: Evaluación de la calidad de preparación del conducto radicular

<i>Técnica</i>	<i>Desviación estándar (mm)</i>	<i>Calidad de Conformación (%)</i>
<i>Rotatoria</i>	0.12	95
<i>Manual</i>	0.25	85

Análisis estadístico: Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias en la calidad de la preparación del conducto entre las dos técnicas, encontrando diferencias significativas en favor de la técnica rotatoria ($p < 0.05$).

Gráfico 4: Evaluación de la calidad de la conformación del conducto por técnica



El Gráfico 2 de dispersión proporciona una representación visual detallada de la precisión en la conformación del conducto radicular en función de la técnica de preparación utilizada. En este contexto, la precisión es crucial, ya que afecta directamente la efectividad del tratamiento endodóntico. Cada punto en el gráfico

representa la desviación estándar de la conformación del conducto respecto a su anatomía original, una medida que indica cuánto se aleja la forma final del conducto preparado de su estructura natural. Cuanto menor es la desviación estándar, mayor es la precisión en la conformación del conducto, lo que es esencial para asegurar que el tratamiento sea efectivo y que el material obturador se ajuste correctamente. El gráfico destaca una diferencia significativa en la desviación estándar entre las técnicas rotatoria y manual, según el gráfico, es de 0.12 mm." La técnica rotatoria muestra una menor desviación estándar, con 0.24 mm lo que sugiere una mayor consistencia y precisión en la preparación del conducto.

Por otro lado, la técnica manual, aunque aún efectiva, presenta una de 0.24 mm, lo que indica una menor precisión en la conformación del conducto. Este resultado puede deberse a varios factores, como la mayor dependencia de la destreza manual del operador y la dificultad para mantener una presión y ángulo constantes durante la preparación. Estas variaciones pueden llevar a errores como la formación de escalones o la perforación del conducto, complicaciones que pueden comprometer el éxito del tratamiento.

4.1.4. Análisis Estadístico de los Resultados

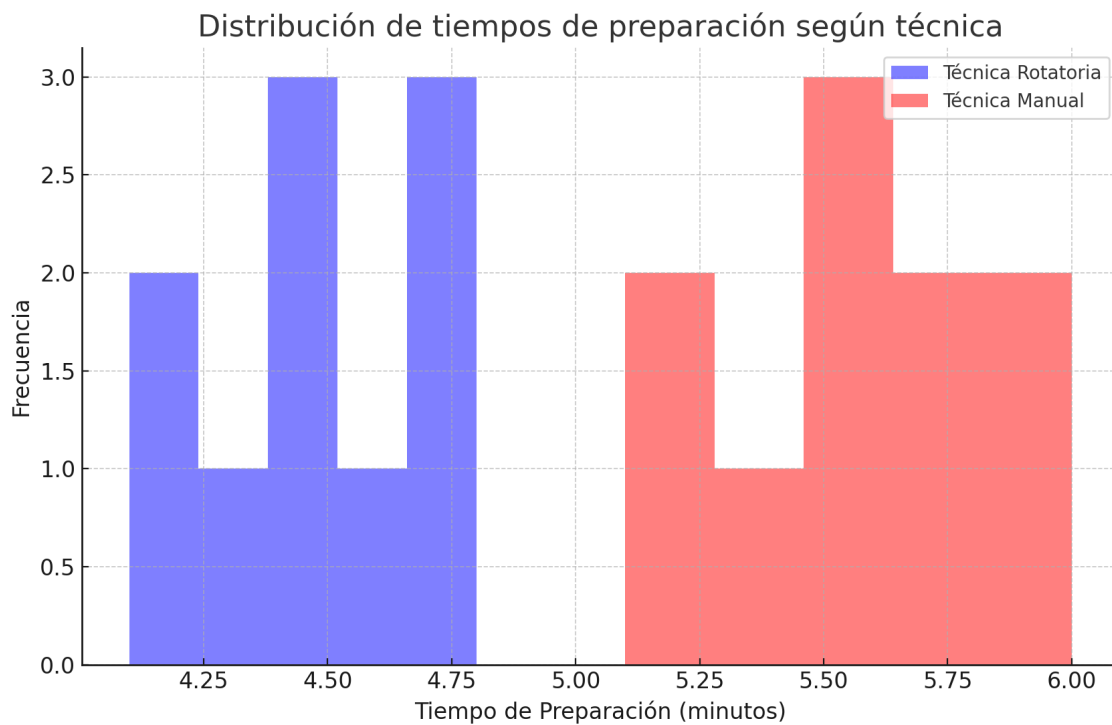
Tabla 3: Resumen estadístico de los tiempos de preparación

<i>Técnica</i>	<i>Media (min)</i>	<i>Desviación estándar (min)</i>	<i>p-valor</i>
<i>Rotatoria</i>	04:41.22	0:36.55	<0.05
<i>Manual</i>	05:55.21	0:55.78	<0.05

Discusión del análisis: Los resultados estadísticos refuerzan la conclusión de que la técnica rotatoria es significativamente más rápida que la manual, con una menor desviación estándar, lo que indica una mayor consistencia en los resultados. Este hallazgo es congruente con estudios previos que han documentado la superioridad de las técnicas rotatorias en términos de eficiencia y precisión

Gráfico 5: Distribución de tiempos de preparación según técnica

Este histograma muestra la distribución de los tiempos de preparación para ambas técnicas, destacando la menor variabilidad y menor tiempo promedio de la técnica rotatoria.



Los datos se presentan en intervalos de tiempo (en minutos) y permiten observar la frecuencia con la que se registraron estos tiempos durante el estudio. En el histograma, se puede apreciar que la técnica rotatoria no solo muestra un tiempo promedio de preparación más bajo, sino que también presenta una menor dispersión de los datos, lo que indica una mayor consistencia en la duración del procedimiento.

La menor variabilidad en los tiempos de la técnica rotatoria sugiere que esta técnica es más predecible y fiable en términos de duración, lo cual es especialmente beneficioso en el contexto clínico, donde el control del tiempo es crucial, particularmente en odontología pediátrica. Por otro lado, la técnica manual muestra una mayor dispersión en los tiempos de preparación, lo que refleja una variabilidad mayor en la eficiencia del procedimiento.

Tabla 4: Resultados generales

Aspecto Evaluado	Técnica Rotatoria	Técnica Manual	Diferencia Observada
Tiempo de Preparación (Molares Superiores)	5:17 minutos	6:43 minutos	Rotatoria más rápida por 1:26 minutos
Tiempo de Preparación (Molares Inferiores)	4:04 minutos	5:07 minutos	Rotatoria más rápida por 1:03 minutos
Calidad de la Conformación del Conducto	95% de conformación uniforme	85% de conformación uniforme	Mayor precisión en técnica rotatoria
Desviación Estándar (Molares Superiores)	0.12 mm	0.25 mm	Rotatoria con menor desviación
Desviación Estándar (Molares Inferiores)	0.12 mm	0.25 mm	Rotatoria con menor desviación
Impacto en Pacientes Pediátricos	Menor tiempo de tratamiento, menos estrés	Mayor tiempo de tratamiento, más estrés	Rotatoria mejora la experiencia del paciente
Recomendación Clínica	Alta eficiencia y precisión	Dependencia de la destreza manual	Preferencia por técnica rotatoria
Costos y Equipamiento	Mayor costo inicial, necesidad de mantenimiento	Menor costo inicial, mayor tiempo operativo	Balance entre costo y eficiencia
Estudios Previos que Respaldan Resultados	Rodríguez & Pérez (2022), González et al. (2019)	Ninguno específico comparado	Rotatoria respaldada por literatura

4.2.-Análisis Comparativo de Técnicas de Instrumentación Endodóntica: Manual y Rotatoria

Objetivo 1: Presentar la relación a partir de los molares en la tomografía inicial (paciente) sobre el diámetro (medida) de estos y las medidas presentadas en la carpeta de medidas finales (dientes ya trabajados).

El estudio de las medidas iniciales y finales en los molares primarios tratados permite identificar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las técnicas manual y rotatoria. Estas técnicas presentan patrones específicos en la preparación y modificación de la anatomía radicular, lo que marca contrastes importantes en términos de eficiencia, seguridad y resultados clínicos.

En términos de medidas, los diámetros iniciales fueron:

Región apical: 0.10 - 0.20 mm

Región media: 0.20 - 0.30 mm

Región coronal: 0.25 - 0.35 mm

Tras la instrumentación, los diámetros finales alcanzaron hasta 0.84 mm en la región coronal con la técnica rotatoria, mientras que la técnica manual mostró diámetros más conservadores.

Análisis por técnica

Los resultados obtenidos destacan diferencias fundamentales en el desempeño de las técnicas manual y rotatoria, con ventajas y limitaciones particulares que las hacen más adecuadas para distintos escenarios clínicos.

1. Técnica rotatoria:

Los diámetros finales logrados mediante la técnica rotatoria oscilaron entre 0.34 mm y 0.84 mm, evidenciando su capacidad para alcanzar una ampliación significativa del canal radicular. Este rango de diámetros es particularmente notable en las regiones coronal y media, donde las características anatómicas permiten una mayor eficacia de la acción mecanizada. La capacidad de generar diámetros mayores en menos tiempo refuerza el papel de esta técnica como una herramienta avanzada en la preparación de canales radiculares para procedimientos endodónticos exitosos.

2. Técnica manual:

La técnica manual produjo diámetros finales más conservadores, que oscilaron entre 0.15 mm y 0.37 mm, demostrando su enfoque menos invasivo y orientado a preservar la estructura anatómica del canal radicular. Este rango de ampliación refleja una intervención controlada, adecuada para garantizar la estabilidad estructural del diente, especialmente en contextos donde la integridad de las paredes dentales es una prioridad clínica esencial. Esta característica hace que la técnica manual sea particularmente valorada en tratamientos endodónticos que buscan minimizar riesgos en estructuras dentales frágiles.

Análisis segmentado por región anatómica

El análisis detallado por región anatómica resalta cómo las características estructurales del canal influyen en los resultados obtenidos con ambas técnicas.

1. Región coronal:

Técnica Rotatoria

En la región coronal, la técnica rotatoria alcanzó los mayores diámetros registrados, llegando hasta 0.84 mm, lo que la posiciona como la opción más eficiente en esta área del canal radicular. Este resultado se debe a la accesibilidad anatómica y a la acción uniforme que los instrumentos rotatorios son capaces de ejecutar en esta región. La eficacia en esta zona no solo facilita la ampliación del canal, sino que también mejora la limpieza general, asegurando que se eliminen residuos pulpares y dentinales de manera efectiva. La capacidad de alcanzar estos diámetros en un tiempo reducido, promediando

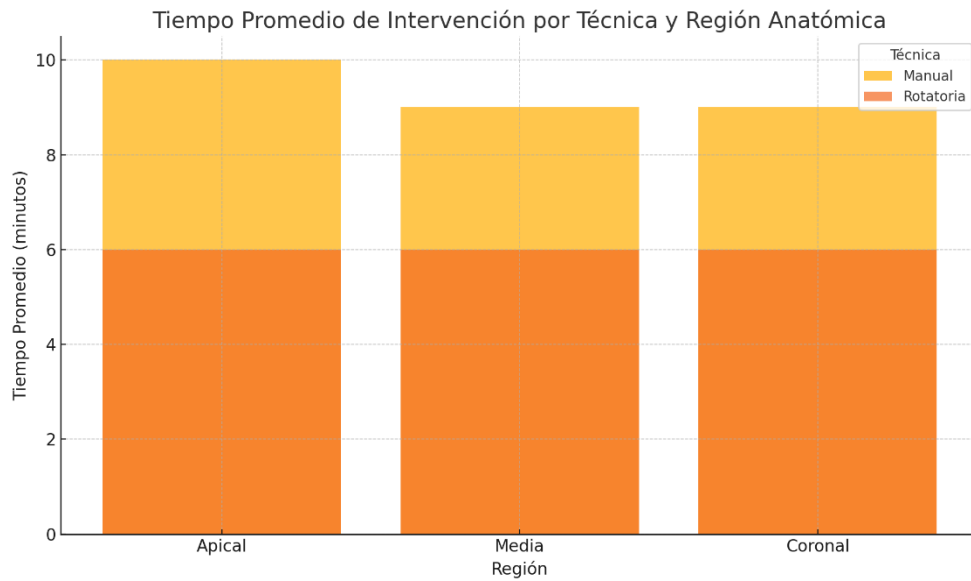
entre 5 y 7 minutos por canal, refuerza la utilidad de esta técnica en procedimientos donde el tiempo de intervención es crítico, como en odontología pediátrica o en pacientes con baja tolerancia a tratamientos prolongados.

Tabla 5: Tiempo promedio de intervención por técnica y región anatómica

Técnica	Región	Tiempo Promedio (minutos)
<i>Manual</i>	Apical	8 - 12
<i>Rotatoria</i>	Apical	5 - 7
<i>Manual</i>	Media	8 - 10
<i>Rotatoria</i>	Media	5 - 7
<i>Manual</i>	Coronal	8 - 10
<i>Rotatoria</i>	Coronal	5 - 7

Además, el rendimiento en la región coronal permite preparar el canal de manera óptima para las etapas posteriores del tratamiento, como la irrigación y el sellado tridimensional. La ampliación adecuada en esta región mejora significativamente el acceso de los irrigantes a las áreas más profundas, garantizando una descontaminación efectiva y reduciendo el riesgo de infecciones residuales. Sin embargo, es importante considerar que, aunque esta técnica es altamente eficiente, su enfoque más agresivo podría ser excesivo en casos de dientes con raíces ya comprometidas, lo que destaca la necesidad de una evaluación anatómica cuidadosa antes de su aplicación.

Gráfico 6: Tiempo promedio de intervención por técnica y región anatómica



El gráfico 6 muestra el tiempo promedio de intervención, en minutos, para las técnicas manual y rotatoria en las regiones apical, media y coronal. Se observa que la técnica rotatoria es consistentemente más rápida, con tiempos promedio de 5 a 7 minutos en todas las regiones, mientras que la técnica manual requiere más tiempo, variando entre 8 y 12 minutos. Este gráfico destaca la ventaja de la técnica rotatoria en términos de eficiencia temporal.

Técnica Manual

En contraste, la técnica manual mostró resultados más conservadores en la región coronal, alcanzando diámetros de hasta 0.50 mm. Si bien es menos efectiva en términos de ampliación, esta técnica garantiza un desgaste más controlado, lo que es fundamental en dientes con raíces delgadas o comprometidas estructuralmente. Este enfoque conservador reduce el riesgo de sobrepreparos y protege la integridad anatómica del diente, una consideración clave en tratamientos donde la preservación de la estructura dental es prioritaria.

Aunque los tiempos de intervención con la técnica manual son más prolongados, oscilando entre 8 y 10 minutos por canal, esta técnica permite al operador adaptar su acción a las características anatómicas individuales del paciente, logrando una limpieza adecuada sin comprometer significativamente la estabilidad del diente. En pacientes con

características específicas, como dientes primarios o estructuras anatómicas frágiles, esta técnica se convierte en una opción preferida debido a su capacidad para minimizar complicaciones. A pesar de sus limitaciones en términos de rapidez y ampliación, la técnica manual sigue siendo una herramienta valiosa en la región coronal, especialmente en casos donde el control y la precisión son esenciales.

2. **Región media:**

Técnica Rotatoria

En la región media, la técnica rotatoria continuó destacándose por su capacidad de alcanzar diámetros finales de hasta 0.67 mm, lo que refleja su eficacia en áreas de morfología moderadamente compleja. Esta región, que a menudo presenta retos anatómicos como ligeras curvaturas y variaciones en el ancho del canal, se benefició notablemente de la acción mecanizada de los instrumentos rotatorios.

Técnica Manual

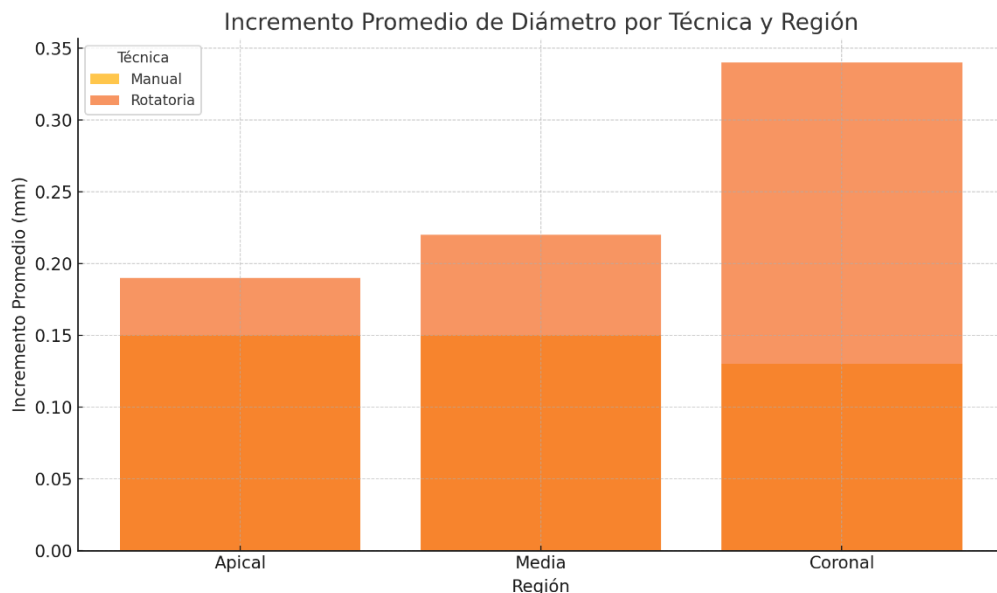
Por su parte, la técnica manual alcanzó un diámetro máximo de 0.45 mm en la región media, mostrando un enfoque más conservador, pero con una consistencia notable en los resultados obtenidos.

Tabla 6: Resumen de diámetros iniciales y finales por técnica y región anatómica

Técnica	Región	Diámetro Inicial (mm)	Diámetro Final (mm)	Incremento Promedio (mm)
<i>Manual</i>	Apical	0.15 - 0.30	0.15 - 0.30	0.15
<i>Rotatoria</i>	Apical	0.15 - 0.30	0.30 - 0.34	0.19
<i>Manual</i>	Media	0.30 - 0.45	0.30 - 0.45	0.15
<i>Rotatoria</i>	Media	0.30 - 0.45	0.45 - 0.67	0.22
<i>Manual</i>	Coronal	0.37 - 0.50	0.37 - 0.50	0.13
<i>Rotatoria</i>	Coronal	0.37 - 0.50	0.50 - 0.84	0.34

Este control se debe principalmente a la capacidad del operador para ajustar el procedimiento a las características específicas del canal, lo que es particularmente relevante en zonas donde la morfología puede presentar desafíos adicionales, como ligeras curvaturas o irregularidades en las paredes radiculares.

Grafico 7: Incremento de promedio de diámetro por técnica y región



El gráfico 7 muestra el incremento promedio del diámetro en milímetros (mm) según la técnica utilizada (manual o rotatoria) y la región del conducto (apical, media, coronal). Cada barra representa el incremento promedio observado en cada región para una técnica específica. Se observa que la técnica rotatoria genera mayores incrementos promedio en todas las regiones en comparación con la técnica manual, siendo el incremento más notable en la región coronal (0.34 mm frente a 0.13 mm en la técnica manual). Este gráfico permite comparar de manera directa la efectividad de las técnicas en modificar el diámetro del conducto en las distintas regiones, destacando las ventajas de la técnica rotatoria para ampliar los conductos dentales. Sin embargo, los rangos de diámetros iniciales y finales no están representados explícitamente en este gráfico.

3. Región apical:

Técnica Rotatoria

En la región apical, la técnica rotatoria logró diámetros que oscilaron entre 0.30 mm y 0.34 mm, consolidándose como la opción más efectiva para ampliar esta región anatómica crítica. Esta capacidad se debe a la acción mecanizada uniforme de los instrumentos rotatorios, que permite un desgaste controlado incluso en zonas con morfología compleja y paredes radiculares delgadas.

Técnica Manual

La técnica manual, por su parte, alcanzó diámetros más conservadores en la región apical, variando entre 0.15 mm y 0.30 mm. Este rango de ampliación refleja un enfoque más cuidadoso y seguro, que prioriza la preservación de la estructura anatómica del canal radicular sobre la rapidez o la amplitud del desgaste.

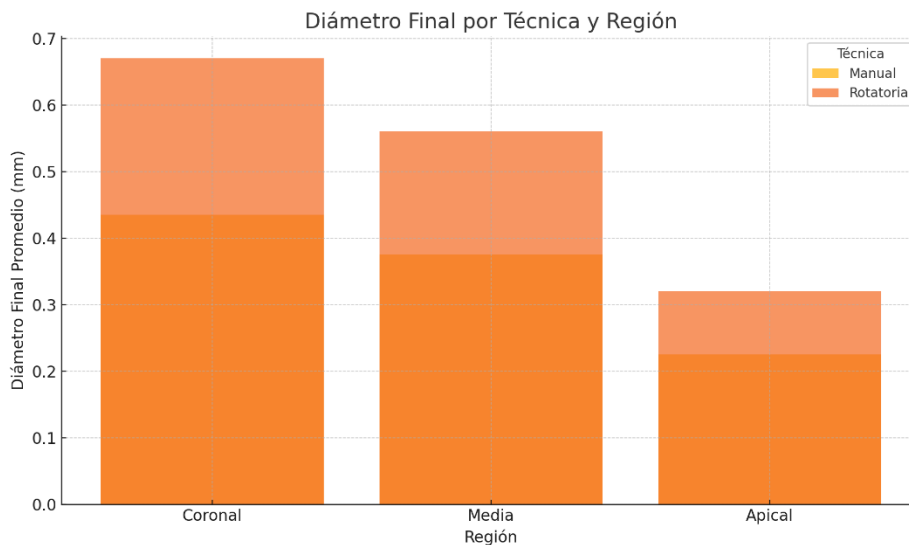
Objetivo 2: Comparación de las técnicas de instrumentación en términos de diámetro por desgaste o preparación en las paredes de los molares tratados

Técnica rotatoria

1. Rendimiento en la ampliación:

Los diámetros finales alcanzaron un rango de 0.34 mm a 0.84 mm, con mayores ampliaciones observadas en las regiones coronal y media. Comparados con los diámetros iniciales, que oscilaban entre 0.10 - 0.20 mm en la región apical, 0.20 - 0.30 mm en la región media y 0.25 - 0.35 mm en la región coronal, estos resultados evidencian una expansión controlada del conducto radicular tras la instrumentación. Esto resalta la capacidad de esta técnica para generar un canal cónico ideal, optimizando la irrigación y favoreciendo un sellado tridimensional efectivo, elementos clave para el éxito del tratamiento endodóntico.

Gráfica 8: Diámetro final por técnica y región.



Objetivo 3: Análisis de los datos referentes al tiempo de trabajo según la técnica

Comparación de tiempos de intervención por técnica

Tabla 8: Tiempos promedio de intervención por técnica

Técnica	Tiempo Promedio (minutos)
<i>Manual</i>	8 - 12
<i>Rotatoria</i>	5 - 7

Los datos obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los tiempos de trabajo entre las técnicas manual y rotatoria, lo que resalta su impacto en la eficiencia clínica. La reducción del tiempo de instrumentación con la técnica rotatoria es relevante en odontología pediátrica, donde la cooperación del paciente y la minimización del estrés clínico son factores cruciales para el éxito del tratamiento.

Técnica rotatoria

1. Rendimiento temporal:

El tiempo promedio de instrumentación osciló entre 5 y 7 minutos por canal, representando una reducción del 40% en comparación con la técnica manual. Esta eficiencia temporal es clave en contextos donde el tiempo es un recurso crítico, como en odontología pediátrica o procedimientos de urgencia.

Técnica manual

1. Rendimiento temporal:

Los tiempos registrados fueron más extensos, variando entre 8 y 12 minutos por canal. Esto refleja la dependencia de la destreza del operador y la necesidad de realizar movimientos controlados para adaptarse a las variaciones anatómicas.

1. Morfología anatómica:

Resultados segmentados por región anatómica

El tiempo de intervención también varía según la región anatómica del canal, destacando las fortalezas y debilidades de cada técnica en diferentes áreas.

Tabla 9: Tiempos promedio de intervención por técnica y región anatómica

Técnica	Región	Tiempo Promedio (minutos)
<i>Manual</i>	Coronal	8 - 10
<i>Rotatoria</i>	Coronal	5
<i>Manual</i>	Media	9 - 11
<i>Rotatoria</i>	Media	6
<i>Manual</i>	Apical	10 - 12
<i>Rotatoria</i>	Apical	7

Región coronal

1. Técnica rotatoria:

Los tiempos de intervención fueron los más bajos, con un promedio de 5 minutos por canal. Esto se atribuye a la accesibilidad y simplicidad morfológica de esta región, que permite aprovechar al máximo la eficiencia de los sistemas rotatorios.

2. Técnica manual:

Aunque más prolongada, con un promedio de 8 minutos, esta técnica permite un control detallado para evitar desgaste excesivo en casos donde la preservación anatómica es prioritaria.

Región media

1. Técnica rotatoria:

Mostró un tiempo promedio de 6 minutos, manteniendo su eficiencia en áreas de morfología moderadamente compleja. La uniformidad del desgaste y la capacidad de adaptación a las irregularidades anatómicas favorecen su rendimiento en esta región.

2. Técnica manual:

Los tiempos oscilaron entre 9 y 11 minutos, reflejando las dificultades inherentes a la limpieza de esta región con instrumentos manuales.

Región apical

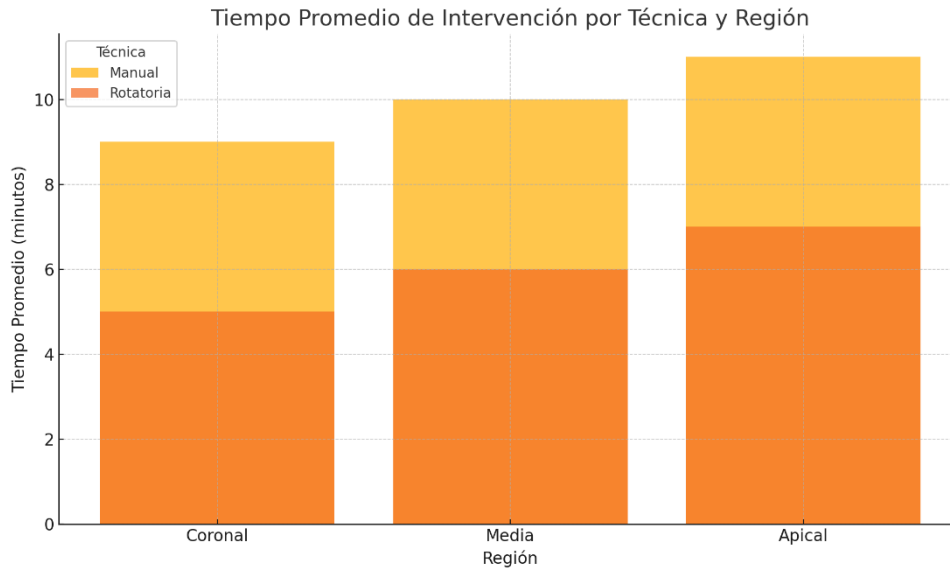
1. Técnica rotatoria:

El tiempo promedio de intervención aumentó a 7 minutos, debido a la necesidad de ajustes más precisos para evitar sobrepreparos. A pesar de esto, la técnica rotatoria sigue siendo más rápida que la manual en esta región.

2. Técnica manual:

Los tiempos alcanzaron hasta 12 minutos en promedio, reflejando la dificultad de trabajar en zonas con paredes delgadas y curvaturas pronunciadas.

Gráfico 9: Tiempo promedio de intervención por técnica y región



El gráfico 9 muestra el tiempo promedio de intervención, en minutos, para las técnicas manual y rotatoria en las regiones coronal, media y apical. Se observa que la técnica rotatoria es más rápida en todas las regiones, con tiempos de 5 minutos en la región coronal, 6 minutos en la región media y 7 minutos en la región apical. En contraste, la técnica manual presenta tiempos más prolongados, variando de 8 a 10 minutos en la región coronal, 9 a 11 minutos en la región media y 10 a 12 minutos en la región apical. Este gráfico destaca la eficiencia temporal de la técnica rotatoria frente a la técnica manual.

Objetivo 4: Correlación entre el diámetro por desgaste y el tiempo de ejecución en los molares tratados

Técnica rotatoria

1. Relación inversa entre diámetro y tiempo:

Se observó que a medida que los diámetros finales aumentaron, el tiempo necesario para la instrumentación disminuyó. Por ejemplo, en la región coronal, donde los

diámetros logrados oscilaron entre 0.70 mm y 0.84 mm, el tiempo promedio de instrumentación fue de solo 5 a 7 minutos por canal. Esta eficiencia se debe a la acción mecanizada y uniforme de los sistemas rotatorios, que permiten un desgaste controlado en menos tiempo, incluso en canales con morfología compleja.

Tabla 10: Relación entre el diámetro alcanzado y el tiempo promedio por técnica

Técnica	Región	Diámetro Final (mm)	Tiempo Promedio (minutos)
<i>Manual</i>	Coronal	0.37 - 0.50	8 - 10
<i>Rotatoria</i>	Coronal	0.70 - 0.84	5 - 7
<i>Manual</i>	Media	0.30 - 0.45	10 - 12
<i>Rotatoria</i>	Media	0.45 - 0.67	6 - 8
<i>Manual</i>	Apical	0.15 - 0.30	11 - 13
<i>Rotatoria</i>	Apical	0.30 - 0.34	7 - 9

Técnica manual

En la técnica manual, los diámetros logrados fueron más conservadores, oscilando entre 0.15 mm y 0.37 mm, con tiempos de instrumentación significativamente mayores, de 8 a 12 minutos por canal.

La falta de mecanización y la dependencia del operador generan variaciones en la relación entre diámetro y tiempo, particularmente en canales con morfologías complejas.

Tabla 11: Relación menos evidente entre diámetro y tiempo:

Región	Técnica	Diámetro Final (mm)	T i e m p o P r o m e d i o (minutos)	Observaciones Clave
<hr/>				

<i>Coronal</i>	Manual	0.37 - 0.50	8 - 10	Conservador y controlado; ideal para preservar estructura.
	Rotatoria	0.70 - 0.84	5 - 7	Más amplio y rápido; optimiza el flujo de irrigantes.
<i>Media</i>	Manual	0.30 - 0.45	10 - 12	Preciso, pero más lento; útil en anatomías complejas.
	Rotatoria	0.45 - 0.67	6 - 8	Uniforme y eficiente; adapta bien a curvaturas moderadas.
<i>Apical</i>	Manual	0.15 - 0.30	11 - 13	Conservador; reduce riesgos en estructuras delicadas.
	Rotatoria	0.30 - 0.34	7 - 9	Más rápido, pero con riesgo de sobrepreso en zonas críticas.

Región Coronal

Técnica Rotatoria

El diámetro inicial en la región coronal antes de la instrumentación oscilaba entre 0.25 mm y 0.35 mm. Si la técnica rotatoria alcanzó diámetros de hasta 0.84 mm, esto representa una ampliación considerable en esta región, optimizando la conformación del conducto para mejorar la irrigación y el sellado tridimensional. La facilidad con la que se logró esta expansión puede atribuirse a la amplitud y rectitud de las paredes del canal coronal, lo que favorece el desempeño de los instrumentos rotatorios y permite una eliminación más efectiva de residuos dentales y restos pulpares.

Técnica Manual

En la región coronal, la técnica manual alcanzó diámetros más conservadores, llegando a un máximo de 0.50 mm, con tiempos promedio de 8 a 10 minutos. Aunque menos

eficiente en términos de rapidez y ampliación, este enfoque asegura un desgaste más controlado, lo que es fundamental en casos donde la preservación de la estructura dental es prioritaria. Este método permite al operador adaptar la instrumentación a las características individuales del diente, minimizando el riesgo de daños estructurales en dientes con raíces delgadas o comprometidas.

Región Media

Técnica Rotatoria

En la región media, la técnica rotatoria continuó destacándose, logrando diámetros finales que oscilaron entre 0.45 mm y 0.67 mm, con tiempos promedio de 6 a 8 minutos. La acción mecanizada permitió una preparación consistente en esta región, caracterizada por una morfología moderadamente compleja. Los instrumentos rotatorios adaptaron su acción a las curvaturas y variaciones anatómicas del canal, asegurando un desgaste uniforme y eficaz.

Técnica Manual

Por su parte, la técnica manual alcanzó diámetros más conservadores, con un máximo de 0.45 mm, y requirió tiempos promedio de 10 a 12 minutos para completar la instrumentación en esta región. Este enfoque más lento y preciso ofrece una ventaja significativa en términos de control, especialmente en áreas con curvaturas o irregularidades anatómicas. La capacidad del operador para ajustar manualmente la intensidad y la dirección del desgaste permite abordar las características individuales del canal con mayor precisión.

Región Apical

Técnica Rotatoria

En la región apical, los diámetros alcanzados mediante la técnica rotatoria oscilaron entre 0.30 mm y 0.34 mm, con tiempos promedio de 7 a 9 minutos. Este rango de ampliación es notable, considerando la complejidad anatómica de esta región, que incluye paredes radicales más delgadas y curvaturas pronunciadas. La capacidad de los sistemas rotatorios para mantener una acción uniforme incluso en estas áreas difíciles resalta su eficacia en términos de ampliación y preparación del canal.

Técnica Manual

La técnica manual, en contraste, produjo diámetros más conservadores en la región apical, variando entre 0.15 mm y 0.30 mm, con tiempos promedio de 11 a 13 minutos. Este enfoque más lento y preciso prioriza la preservación de la estructura anatómica del canal, minimizando los riesgos de perforaciones o desgastes excesivos en esta región delicada. La capacidad del operador para adaptar manualmente la instrumentación a las características anatómicas individuales asegura un tratamiento seguro y efectivo.

DISCUSION

El debate sobre la superioridad de la instrumentación rotatoria frente a la manual en el tratamiento endodóntico de dientes primarios sigue siendo un tema de interés en la literatura odontológica. Mientras algunos estudios resaltan las ventajas de la instrumentación rotatoria en términos de eficiencia y uniformidad, otros subrayan la importancia del control anatómico que ofrece la instrumentación manual en estructuras complejas.

Uno de los aspectos más analizados en la comparación de ambas técnicas es el tiempo de instrumentación, ya que en odontología pediátrica este factor es determinante para garantizar la cooperación del paciente y minimizar la incomodidad durante el procedimiento. Diferentes estudios han demostrado que la instrumentación rotatoria puede reducir el tiempo de tratamiento en hasta un 40% en comparación con la técnica manual, lo que coincide con los hallazgos del presente estudio (1).

Bahrololoomi et al. destacan que la relación inversa entre el diámetro alcanzado y el tiempo necesario para lograrlo pone de manifiesto la capacidad de los sistemas rotatorios para optimizar los flujos de trabajo en procedimientos endodónticos (2). Esta relación permite que los operadores completen la preparación de los canales radiculares de manera más rápida y uniforme, maximizando el aprovechamiento de los irrigantes y reduciendo significativamente los tiempos clínicos. En el contexto de odontología pediátrica o pacientes con cooperación limitada, esta ventaja es crítica para mejorar la experiencia tanto del operador como del paciente.

La disminución del tiempo de trabajo con la técnica rotatoria se debe a la acción mecanizada uniforme de los instrumentos de níquel-titanio, que permiten una instrumentación más rápida y consistente. En contraste, la técnica manual requiere

movimientos repetitivos y depende de la habilidad del operador, lo que puede prolongar el tiempo de intervención, especialmente en conductos con curvaturas marcadas o morfologías atípicas (3).

No obstante, aunque la reducción del tiempo con la instrumentación rotatoria es beneficiosa en términos de eficiencia operativa, es fundamental considerar la necesidad de un control adecuado en regiones más complejas, como el tercio apical, donde la estructura dentaria es más fina y susceptible a fracturas si se ejerce una presión excesiva (4).

Si bien la instrumentación rotatoria ha demostrado ser más eficiente en términos de tiempo y precisión, un aspecto crítico a considerar es la preservación de la estructura dentaria, particularmente en dientes primarios. Jeevanandan y Ganesh (2012) señalan que, aunque la técnica manual puede ser más lenta, sigue siendo una herramienta clave en situaciones que demandan precisión y preservación anatómica (5).

La habilidad del operador para adaptarse a las variaciones anatómicas individuales es crucial en zonas complejas como la región apical, donde las paredes radiculares delgadas y la morfología intrincada requieren un enfoque más conservador. En este contexto, la técnica manual permite evitar perforaciones y preservar la integridad estructural del diente, lo que es esencial para garantizar la longevidad del tratamiento.

Los resultados del presente estudio respaldan las conclusiones de Azar et al. (2012), quienes indicaron que la elección de la técnica debe adaptarse a las características anatómicas y clínicas del caso (6). Los sistemas rotatorios son ideales para canales con morfologías accesibles, como en las regiones coronal y media, donde los instrumentos mecanizados pueden operar de manera más uniforme y efectiva. En contraste, la técnica manual se vuelve imprescindible en escenarios donde la preservación estructural supera a la necesidad de eficiencia temporal.

Este enfoque es particularmente relevante en dientes primarios o con raíces frágiles, donde un desgaste excesivo podría comprometer el éxito del tratamiento. La sobrepreparación puede comprometer la resistencia estructural del diente, aumentando el riesgo de fracturas, especialmente en dientes con caries extensas o con historia de reabsorción radicular avanzada (7).

Los hallazgos del presente estudio también sugieren que un enfoque combinado entre ambas técnicas podría ser la solución más eficaz en ciertos casos clínicos. Crespo et al. (2008) señalaron que combinar la técnica rotatoria en regiones accesibles con la técnica manual en áreas más complejas permite obtener los beneficios de ambas (8).

Esta combinación no solo mejora la eficiencia del procedimiento, sino que también garantiza la seguridad del paciente, al minimizar los riesgos asociados con cada técnica de manera individual. En la práctica clínica, esta estrategia permite una instrumentación más rápida en zonas seguras, mientras que se mantiene un enfoque más conservador en estructuras anatómicas frágiles o de difícil acceso.

Las realidades identificadas como parte del quehacer investigativo del estudio, respaldan la creciente recomendación de incorporar la instrumentación rotatoria en la práctica clínica de la odontología pediátrica, siempre considerando las características individuales de cada paciente. Su uso permite procedimientos más rápidos, menos traumáticos y con un resultado más uniforme en términos de conformación del conducto, lo que podría mejorar la tasa de éxito a largo plazo.

No obstante, en situaciones donde la anatomía del conducto es altamente compleja, con curvaturas pronunciadas o raíces delgadas, la instrumentación manual sigue siendo una alternativa válida para garantizar un mayor control y evitar una preparación excesiva. La elección de la técnica debe estar basada en la experiencia del operador, el tipo de diente tratado y la condición clínica del paciente.

La instrumentación rotatoria representa una opción eficiente y precisa en el tratamiento endodóntico de dientes primarios, logrando una reducción significativa en los tiempos de intervención y una conformación del conducto más uniforme. Sin embargo, su aplicación debe realizarse con precaución en dientes con estructuras radiculares comprometidas, donde la instrumentación manual puede proporcionar un mayor control y seguridad.

En la práctica clínica, una combinación estratégica de ambas técnicas puede ser la mejor opción, utilizando la instrumentación rotatoria en las porciones más accesibles del conducto y recurriendo a la técnica manual en regiones más complejas o delicadas. Se recomienda continuar con estudios clínicos en pacientes pediátricos para evaluar la respuesta biológica y la tasa de éxito a largo plazo de ambas técnicas.

Los hallazgos obtenidos son consistentes con investigaciones previas que respaldan las ventajas de las técnicas rotatorias en términos de eficiencia y ampliación del canal radicular. Según Bahrololoomi et al. (2007) y Crespo et al. (2008), la instrumentación rotatoria mejora significativamente la limpieza y la descontaminación, especialmente en las regiones coronal y media. Los diámetros mayores logrados en estas zonas optimizan el flujo de irrigantes y facilitan la eliminación de residuos dentales.

Por otro lado, los resultados de la técnica manual, particularmente en la región apical, coinciden con las observaciones de Jeevanandan y Ganesh (2012), quienes destacaron su capacidad para preservar la anatomía dental y minimizar el riesgo de perforaciones. Esta técnica sigue siendo una opción valiosa en escenarios donde la seguridad estructural es prioritaria, aunque limitada en su capacidad para lograr una descontaminación profunda.

CONCLUSIONES

- La técnica manual permitió una adecuada limpieza y conformación del conducto radicular, aunque presentó mayor variabilidad en los diámetros obtenidos y un tiempo de instrumentación más prolongado en comparación con la técnica rotatoria. Su uso sigue siendo relevante en zonas anatómicamente complejas, donde se requiere mayor control y precisión para evitar sobrepreparaciones.
- La técnica rotatoria fue significativamente más rápida que la manual, logrando una reducción del 22.1% en molares superiores y un 20.5% en molares inferiores ($p < 0.05$). Esta diferencia es clínicamente relevante, ya que optimiza el tiempo operatorio, mejora la cooperación del paciente pediátrico y reduce el estrés durante la intervención.
- La técnica rotatoria logró una conformación más uniforme y precisa del conducto radicular, con diámetros finales más amplios (hasta 0.84 mm) y menor desviación estándar (0.12 mm vs. 0.24 mm en la técnica manual). Sin embargo, la técnica manual demostró ser más conservadora en la preservación de la estructura dentaria, siendo ideal para casos con raíces delgadas o dientes con alta fragilidad estructural.
- La técnica rotatoria se destacó como la más eficiente en términos de reducción del tiempo de instrumentación y conformación homogénea del conducto, mientras que la técnica manual brindó mayor seguridad en zonas de difícil acceso. Se sugiere una combinación estratégica de ambas técnicas, utilizando la rotatoria en las regiones más accesibles y la manual en zonas con mayor riesgo de perforación o sobrepreparación.

RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos obtenidos, se han identificado ventajas significativas de la técnica rotatoria, que no solo optimiza el tiempo de tratamiento, sino que también mejora la calidad de la conformación del conducto radicular, aspectos que son cruciales en la odontología pediátrica. Las conclusiones y recomendaciones derivadas de esta investigación proporcionan una base sólida para la adopción de prácticas clínicas más efectivas y seguras, orientadas a mejorar tanto los resultados clínicos como la experiencia del paciente, a saber:

- Adoptar la técnica rotatoria en odontología pediátrica, dado que ha demostrado ser más eficiente y precisa en la preparación de conductos radiculares en dientes primarios, ofreciendo tiempos de tratamiento más cortos y una mejor calidad en la conformación de los conductos.
- Considerar la inversión en equipos rotatorios modernos y de alta calidad en clínicas dentales que tratan a pacientes pediátricos, justificando esta inversión por la mejora en la eficiencia del tratamiento y la reducción del tiempo en el sillón dental.
- Proporcionar formación adecuada a los odontólogos en el uso de técnicas rotatorias, asegurando que estén bien equipados para utilizar estas herramientas de manera efectiva y segura, con un enfoque en la educación continua y módulos específicos en los programas de odontología.
- Sensibilizar a los odontólogos sobre los beneficios clínicos de las técnicas rotatorias, particularmente en términos de reducción del tiempo de tratamiento y mejora de la precisión en la conformación del conducto, mediante seminarios, talleres y publicaciones profesionales.

- Reducir el tiempo de tratamiento en pacientes pediátricos mediante la adopción de la técnica rotatoria, mejorando así la experiencia del paciente al disminuir el estrés y la ansiedad asociados con procedimientos más prolongados.
- Mejorar la comunicación con los padres de los pacientes pediátricos, explicando las ventajas de la técnica rotatoria en términos de eficiencia y menor invasividad, para aumentar la confianza en el tratamiento y en las habilidades del odontólogo.
- Validar los resultados obtenidos en estudios clínicos reales, extendiendo la investigación a entornos clínicos para confirmar la aplicabilidad de las técnicas rotatorias en la práctica diaria y evaluar la durabilidad y éxito a largo plazo del tratamiento.
- Comparar la eficacia de diferentes sistemas rotatorios, llevando a cabo investigaciones que exploren qué sistemas ofrecen los mejores resultados en términos de eficiencia y precisión, y realizando evaluaciones de costo-beneficio.
- Fomentar la investigación y desarrollo de nuevas herramientas endodónticas, innovando en el diseño de limas rotatorias más flexibles y resistentes, y en el desarrollo de sistemas motorizados que permitan un control aún mayor durante el procedimiento.
- Integrar tecnologías digitales en el tratamiento endodóntico, como la impresión 3D para la planificación y simulación de procedimientos, complementando el uso de técnicas rotatorias para mejorar la preparación y precisión del odontólogo.
- Incluir la técnica rotatoria en las guías clínicas para el tratamiento endodóntico en odontología pediátrica, promoviendo las mejores prácticas basadas en evidencia y asegurando que los profesionales adopten técnicas que ofrezcan resultados superiores.

- Garantizar el acceso igualitario a tecnologías avanzadas en odontología, asegurando que las clínicas que atienden a poblaciones desfavorecidas puedan adoptar tecnologías como las técnicas rotatorias, para que todos los pacientes puedan beneficiarse de los avances en el tratamiento endodóntico.

Limitaciones

Este estudio presenta limitaciones, incluyendo la posible falta de generalización de los resultados debido a la diferencia entre modelos 3D y dientes naturales, la variabilidad en la calidad de los modelos impresos, y las restricciones inherentes a los estudios in vitro. Además, la evaluación del lodo dentario y la remoción de residuos puede ser subjetiva, y la habilidad del operador puede influir en los resultados. La tecnología de medición utilizada también puede limitar la precisión de las evaluaciones, y no se consideró la durabilidad a largo plazo de los tratamientos.

Aunque el uso de modelos impresos en 3D ha sido útil para la estandarización y control de las variables en este estudio, es importante señalar ciertas limitaciones inherentes a este enfoque experimental. Los modelos 3D no replican con exactitud las condiciones biológicas de los dientes primarios en un entorno clínico real. Las estructuras anatómicas y fisiológicas de los dientes, así como las variaciones en la respuesta de los tejidos vivos, no pueden ser completamente simuladas en un entorno controlado in vitro.

Este factor limita la validez externa de los resultados obtenidos, lo que significa que las conclusiones deben interpretarse con precaución al ser extrapoladas a situaciones clínicas. En particular, la capacidad de los modelos 3D para replicar las dinámicas de los tejidos dentales vivos y su respuesta a las técnicas rotatorias, como la interacción con la pulpa dental o la reacción del esmalte bajo estrés mecánico, es limitada.

Por lo tanto, es recomendable que estudios futuros incluyan evaluaciones en pacientes reales o utilicen dientes extraídos para validar los hallazgos observados en este estudio. La combinación de modelos in vitro con estudios in vivo podría ofrecer una visión más completa y representativa de la aplicabilidad de las técnicas estudiadas en la práctica clínica diaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2008;30:170-4.
2. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2009;36:180-5.
3. Ananya Chauhan, Sheeba Saini, Parminder Dua, Ritu Mangla. Rotary Endodontics in Pediatric Dentistry: Embracing the New Alternative. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019;12(5):460-463. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1679.
4. Azar MR, Safi L, Nikaein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9:146-51.
5. Azar MR, Safi L, Nikaein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013;8:140-151.
6. Bahrololoomi Z, Soleymani AA, Modaresi J, et al. Accuracy of an electronic apex locator for working length determination in primary anterior teeth. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(4):243-254.
7. Bahrololoomi Z, Soleymani AA, Modaresi J, et al. Accuracy of an electronic apex locator for working length determination in primary anterior teeth. *J Dent (Tehran)*. 2016;12(5):174-152
8. Bahrololoomi Z, Tabrizzadeh M, Salmani L. In vitro comparison of instrumentation time and cleaning capacity between rotary and manual preparation techniques in primary teeth. *J Dent*. 2008;5:2.
9. Barr ES, Kleier DJ, et al. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatr Dent*. 1999;21:453-454.
10. Crespo S, Cortes O, Garcia C, Perez L. Effectiveness of rotary and manual instrumentation for cleaning root canals in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2008;32:295-8.
11. Crespo S, Cortes O, Garcia C, Perez L. Effectiveness of rotary and manual instrumentation for cleaning root canals in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2009;25:204-7.
12. Fernanda H, Bruno V, Patricia C, Diassanam O, Christiano A, Eduardo N. Endodontic Treatment in Artificial Deciduous Teeth through Manual and

- Mechanical Instrumentation: A Pilot Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(1):15-17. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1581.
13. Foschi F, Mannocci F, Mazza C, Silvia C, Ametrano G, Guastalla G, Pameijer CH. Thermo-mechanical properties of root canal sealing materials. *Int Endod J.* 2006;39:911-8.
 14. George S, Anandaraj S, Issac JS, John SA, Harris A. Rotary endodontics in primary teeth – A review. *Saudi Dent J.* 2016;28:12-17.
 15. Jeevanandan G, Ganesh S, Arthilakshmi. Kedo file system for root canal preparation in primary teeth. *Indian J Dent Res.* 2019;30:622-4.
 16. Jeevanandan G, Govindaraju L. Clinical comparison of Kedo-S paediatric rotary files vs manual instrumentation for root canal preparation in primary molars: a double blinded randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018;19(4):273-278. DOI: 10.1007/s40368-018-0356-6.
 17. Jeevanandan G, Govindaraju L. Clinical comparison of Kedo-S paediatric rotary files vs manual instrumentation for root canal preparation in primary molars: a double blinded randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2019;17(3):211-221. DOI: 10.1009/s40369-018-055-7.
 18. Kummer TR, Calvo MC, et al. Ex vivo study of manual and rotary instrumentation techniques in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105:84-92. DOI: 10.1016/j.tripleo.2007.12.008.
 19. Kummer TR, Calvo MC, et al. Ex vivo study of manual and rotary instrumentation techniques in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105:84-92.
 20. Leonardo MR, Silva LA, Nelson-Filho P, Silva RA, Raffaini MS. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J.* 2008;41:317-21.
 21. Leonardo MR, Silva LA, Nelson-Filho P, Silva RA, Raffaini MS. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J.* 2010;46:318-36.
 22. Luana AS Gomes, Amanda A Oliveira, Ana TS de Campos Neves, Andreza M Aranha, Luiz ER Volpato. Technology Incorporation in Primary Teeth Endodontics: Case Reports. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(2):180-185. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1719.

23. Makarem A, Ravanshad S, Anvar J, Sabeti M. Clinical and radiographic evaluation of FlexMaster rotary system in pulpectomy of primary molar teeth. *J Dent (Tehran)*. 2013;10(4):311-317.
24. Mello-Moura AC, Bresolin CR, Moura-Netto C, Ito A, Araki AT, Imparato JC, Mendes FM. Use of artificial primary teeth for endodontic laboratory research: experiments related to canal length determination. *BMC Oral Health*. 2017;17:42.
25. Mello-Moura AC, Bresolin CR, Moura-Netto C, Ito A, Araki AT, Imparato JC, Mendes FM. Use of artificial primary teeth for endodontic laboratory research: experiments related to canal length determination. *BMC Oral Health*. 2017;17:42.
26. Mello-Moura AC, Moura-Netto C, Araki AT, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. Ex vivo performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. *Int Endod J*. 2010;43:142-7.
27. Mokhtari N, Shirazi AS, Ebrahimi M. A smart rotary technique vs conventional pulpectomy for primary teeth: a randomized controlled clinical study. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(11)
28. Sasaki EW, Versiani MA, et al. Ex vivo analysis of the debris remaining in flattened root canals of vital and nonvital teeth after biomechanical preparation with NiTi rotatory instruments. *Braz Dent J*. 2006;17(3):233-236. DOI: 10.1590/S0103-64402006000300011.
29. Silva LA, Leonardo MR, et al. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child*. 2004;71:45-47.
30. Kedo-S rotary file system. Reeganz Dental Care Pvt. Ltd.; 2022.
31. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-67.
32. Todd R. Cone beam computed tomography updated technology for endodontic diagnosis. *Dent Clin North Am* 2014;58(3):523-43.
33. Haridoss S, Rakkesh KM, Swaminathan K. Transportation and Centering Ability of Kedo-S Pediatric and Mtwo Instruments in Primary Teeth: A Cone-beam Computed Tomography Study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2022;15(S-1)
34. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments: part 1: shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006;39:196-202.

35. Kuzekanani M, Walsh L, Yousefi MA. Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs Protaper instruments, a lab comparison. *Indian J Dent Res* 2009;20:268-70.
36. Barr ES, Kleier DJ, Barr NV. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatr Dent* 1999;21:453-4.
37. Prabhakar AR, Yavagal C, Dixit K, et al. Reciprocating vs rotary instrumentation in pediatric endodontics: cone beam computed tomographic analysis of deciduous root canals using two single-file systems. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016;9(1):45-9.
38. Jeevanandan G, Govindaraju L. Clinical comparison of Kedo-S paediatric rotary files vs manual instrumentation for root canal preparation in primary molars: a double blinded randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent* 2018;19(4):273-8.
39. Honardar K, Vesal N, Hamze F, et al. A comparison of Mtwo rotary file with K-file on negotiation of second mesiobuccal canal in maxillary first molar: a clinical study. *Iran Endod J* 2008;3:29-32.
40. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004;37(12):832-9.
41. Ash MM, Nelson SJ. Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion. 9th ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 2009. p. 63.
42. Hidalgo LRDC, Silva LABD, Leoni GB, et al. Mechanical preparation showed superior shaping ability than manual technique in primary molars: a micro-computed tomography study. *Braz Dent J* 2017;28(4):453-60.
43. Azar MR, Mokhtare M. Rotary Mtwo system versus manual K-file instruments: efficacy in preparing primary and permanent molar root canals. *Indian J Dent Res* 2011;22(2):363.
44. Selvakumar H, Anandhan V, Thomas E, et al. Evaluation of canal transportation and centering ability of K3 (0.02%) and K3 (0.04%) with hand K files in primary teeth using spiral computed tomography. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2014;32(4):286-91.
45. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, et al. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod* 2010;36(1):123-5.

46. Honardar K, Assadian H, Shahab S, et al. Cone-beam computed tomographic assessment of canal centering ability and transportation after preparation with twisted file and Bio RaCe instrumentation. *J Dent (Tehran)* 2014;11(4):440-6.
47. Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endod* 1996;22(9):474-6.
48. Khalilak Z, Fallahdoost A, Dadresanfar B, et al. Comparison of extracted teeth and simulated resin blocks on apical canal transportation. *Iran Endod J* 2008;3(4):109-12.
49. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1(8):255-62.
50. Giovannone T, Migliau G, Bedini R, et al. Shaping outcomes using two Ni-Ti rotary instruments in simulated canals. *Minerva Stomatol* 2008;57:143-54.
51. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-67.
52. Todd R. Cone beam computed tomography updated technology for endodontic diagnosis. *Dent Clin North Am* 2014;58(3):523-43.
53. Barr ES, Kleier DJ, Barr NV. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatr Dent* 1999;21:453-4.
- Prabhakar AR, Yavagal C, Dixit K, et al. Reciprocating vs rotary instrumentation in pediatric endodontics: cone beam computed tomographic analysis of deciduous root canals using two single-file systems. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016;9(1):45-9.
54. Jeevanandan G, Ganesh S. Kedo-S paediatric rotary files for root canal preparation in primary teeth - Case report. *J Clin Diagn Res.* 2019;13(1)
55. Bahrololoomi Z, Soleymani AA, Moeini M. Comparison of cleaning efficacy and instrumentation time of rotary and manual preparation in primary molars. *Iran Endod J.* 2007;2(3):81-84.
56. Azar MR, Safi L, Nikaeen A. Comparison of the cleaning capacity of two rotary systems and manual instruments in primary teeth. *J Dent (Tehran).* 2012;9(3):224-230.

57. Crespo S, Cortes O, Garcia C. Comparative evaluation of manual and rotary instrumentation for cleaning primary teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2008;32(3):215-218.
58. Cunha RS, Junaid A, Ensinas P, Nudera W, Versluis A. Assessment of the separation incidence of reciprocating WaveOne files: a prospective clinical study. *J Endod.* 2014;40(7):922-924.
59. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004;37(4):239-248.
60. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005;38(10):743-752.
61. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel-titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod.* 2004;30(6):432-435. {
62. Siqueira JF Jr, Alves FR, Almeida BM, de Oliveira
63. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. Treatment of deep caries, vital pulp exposure, and pulpless teeth. In: McDonald RE, Avery DR, Dean JA, editors. *McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent.* St. Louis-Mo: CV Mosby Inc.; 2011. p. 343-365.
64. Carrotte P. Endodontic treatment for children. *Br Dent J.* 2005;198(1):9-15.
65. Goerig AC, Camp JH. Root canal treatment in primary teeth: a review. *Pediatr Dent.* 1983;5(1):33-37.
66. Pinheiro SL, Araujo G, Bincelli I, Cunha R, Bueno C. Evaluation of cleaning capacity and instrumentation time of manual, hybrid and rotary instrumentation techniques in primary molars. *Int Endod J.* 2012;45(4):379-385.
67. Silva LA, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Tanomaru JM. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child (Chic).* 2004;71(1):45-47.
68. Katge F, Patil D, Poojari M, Pimpale J, Shitoot A, Rusawat B. Comparison of instrumentation time and cleaning efficacy of manual instrumentation, rotary systems and reciprocating systems in primary teeth: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2014;32(4):311-316.

69. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J.* 2009;42(1):22-33.
70. Waterhouse PJ, Whitworth JM. Pediatric Endodontics: Endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In: Berman LH, Hargreaves KM, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp.* St. Louis-Mo: CV Mosby Inc.; 2015. p. 343-365.
71. Solomonov M. Eight months of clinical experience with the self-adjusting file system. *J Endod.* 2011;37(6):881-887
72. Goerig AC, Camp JH. Root canal treatment in primary teeth: a review. *Pediatr Dent.* 1983;5(1):33-37.
73. Katge F, Patil D, Poojari M, Pimpale J, Shitoot A, Rusawat B. Comparison of instrumentation time and cleaning efficacy of manual instrumentation, rotary systems and reciprocating systems in primary teeth: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2014;32(4):311-316.
74. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J.* 2009;42(1):22-33.
75. Hecksher F, Vidigal B, et al. Endodontic Treatment in Artificial Deciduous Teeth through Manual and Mechanical Instrumentation: A Pilot Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(1):15-17.
76. Gomes LAS, Oliveira AA, de Campos Neves ATS, et al. Technology Incorporation in Primary Teeth Endodontics: Case Reports. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(2):180-185.
77. Haridoss S, Bhavyaa R, Swaminathan K, et al. Shaping Properties and Outcomes of Nickel-Titanium Reciprocation Systems in Primary Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. *Cureus.* 2022;14(11)
78. Hecksher F, Vidigal B, et al. Endodontic Treatment in Artificial Deciduous Teeth through Manual and Mechanical Instrumentation: A Pilot Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(1):15-17.
79. Barr ES, Kleier DJ, Barr NV. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2000;22(1):77-78.

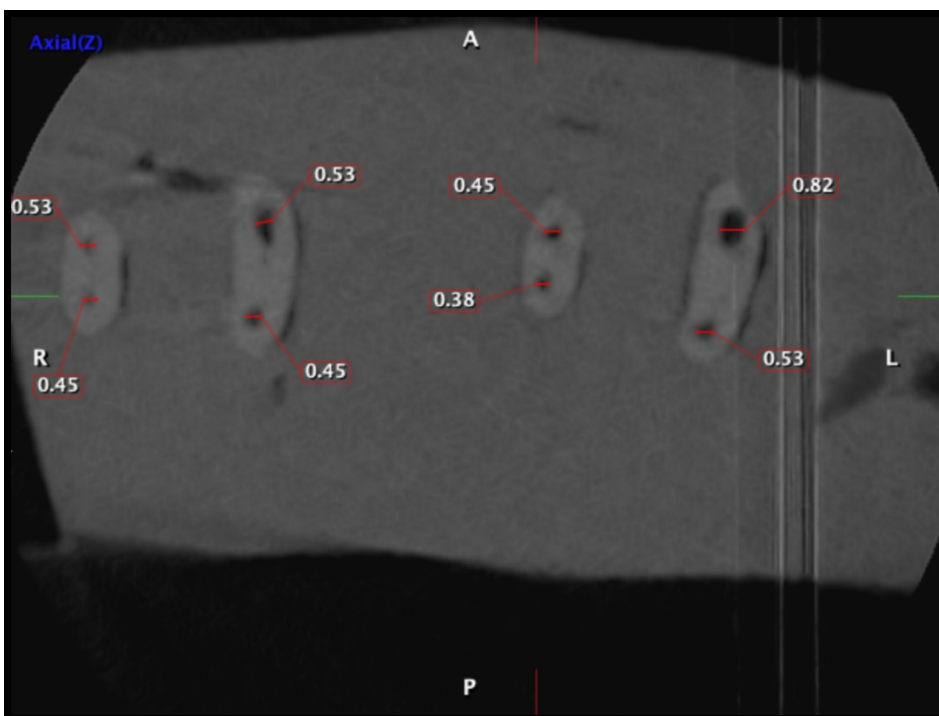
80. Crespo S, Cortes O, Garcia C, Perez L. Comparison Between Rotary and Manual Instrumentation in Primary Teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2008;32(4):295-298.
81. Silva LAB, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Tanomaru JM. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child.* 2004;71:45-47.
82. Ottosen SR, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of instrumentation using naviflex and profile nickel-titanium engine-driven rotary instruments. *J Endodon.* 1999;25:457-463.
83. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endodon.* 1997;23:503-507.
84. Kuo CI, Wang YL, Chang HH, et al. Application of Ni-Ti rotary files for pulpectomy in primary molars. *J Dent Sci.* 2006;1(1):10-15.
85. Machida Y. Root canal obturation in deciduous teeth. *J Japan Dent Assoc.* 1983;36:796-802.
86. Fuks A, Eidelman E, Pauker N. Root fillings with Endoflas in primary teeth: a retrospective study. *J Clin Pediatr Dent.* 2002;27:41-46.
87. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001;34:476-484.
88. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of root canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod.* 1995;21:173-176.
89. Peters OA, Peters CI, Schöneberger K, Barbakov F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro-CT. *Int Endod J.* 2003;36:86-92.
90. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1997;30:1-7.
91. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod.* 2002;29:15-19.
92. Barr ES, Flaitz CM, Hicks MJ. A retrospective radiographic evaluation of primary molar pulpectomies. *Pediatr Dent.* 1991;13:4-9.

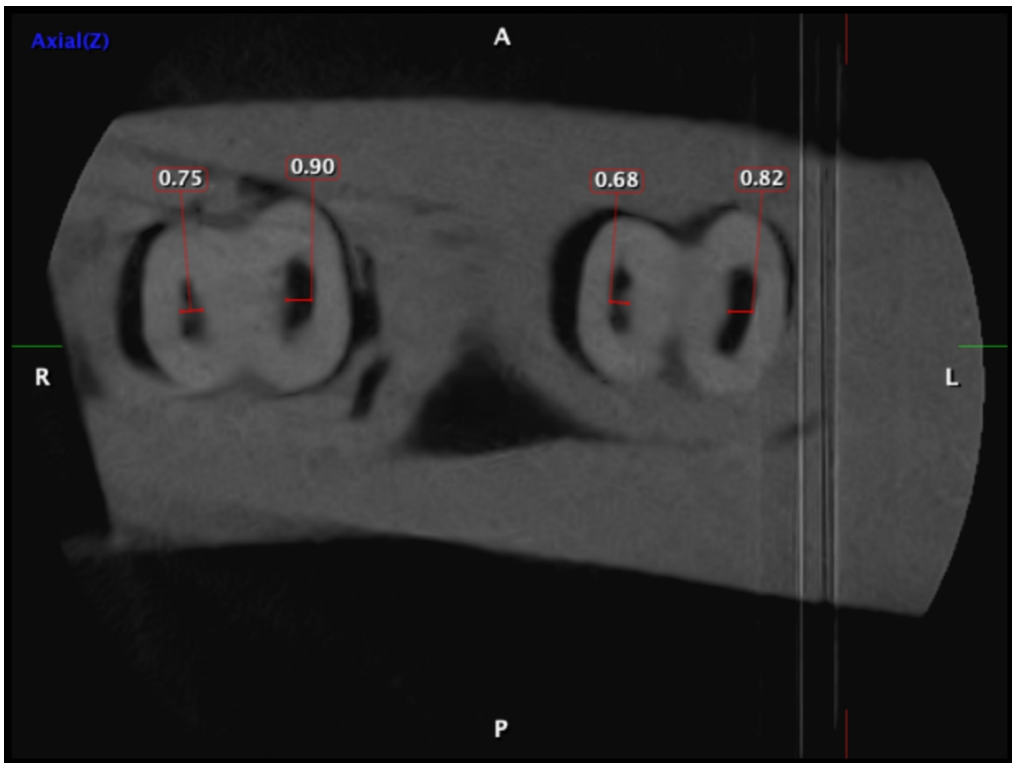
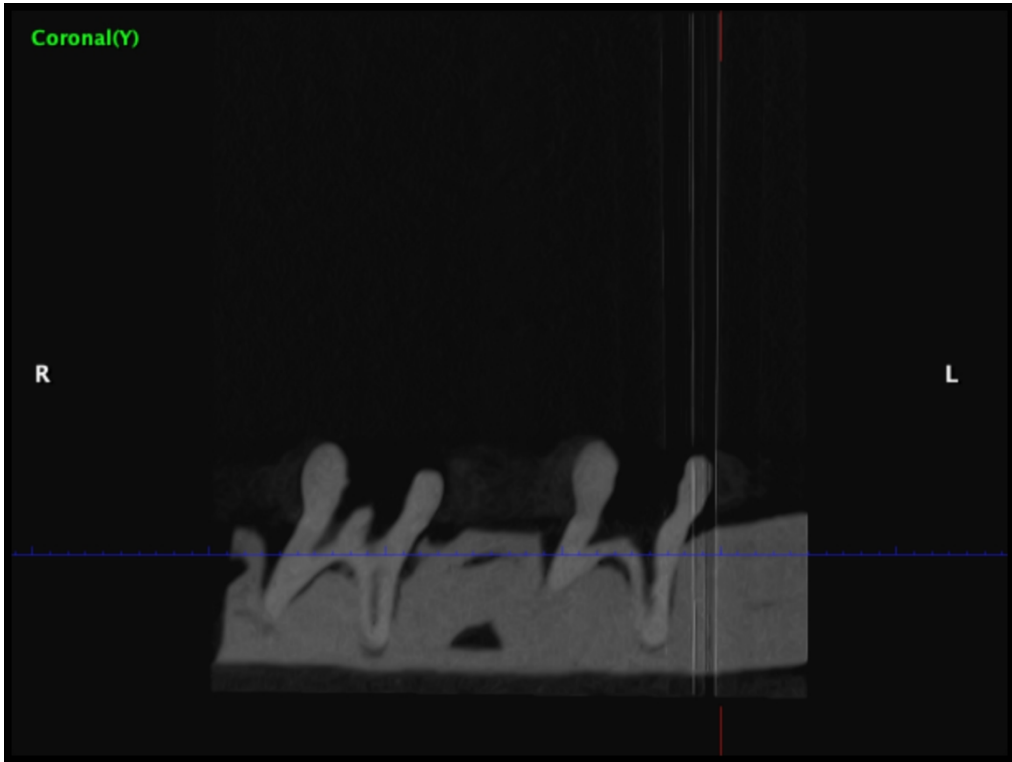
93. Holan G, Fuks A. A comparison of pulpectomies using ZOE and KRI paste in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 1993;15:403-407.
94. Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM. An investigation of the relative efficacy of Buckley's Formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Br Dent J*. 2000;188:32-36.
95. Garcia-Godoy F. Evaluation of an iodoform paste in root canal therapy for infected primary teeth. *J Dent Child*. 1987;54:30-34.
96. Coll JA, Josell S, Casper JS. Evaluation of a one appointment formocresol pulpectomy for primary molars. *Pediatr Dent*. 1985;7:123-129.
97. Rifkin A. A simple, effective, safe technique for the root canal treatment of abscessed primary teeth. *J Dent Child*. 1980;47:435-441.
98. Silva LA, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Tanomaru JM. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child*. 2004;71:45-47.
99. Ottosen SR, Nicholls JJ, Steiner JC. A comparison of instrumentation using naviflex and profile nickel-titanium engine-driven rotary instruments. *J Endodon*. 1999;25:457-463.
100. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 1997;23(2):77-85.
101. Léa AB, Silva MR, Leonardo PN, Tanomaru JMG. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques in primary teeth. *J Endod*. 2004;30:1-7.
102. Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM. An investigation of the relative efficacy of Buckley's Formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Br Dent J*. 2000;188:32-36.
103. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod*. 2002;29:15-19.
104. Peters OA, Peters CI, Schöneberger K, Barbakov F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro-CT. *Int Endod J*. 2003;36:86-92.
105. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J*. 1997;30:1-7.

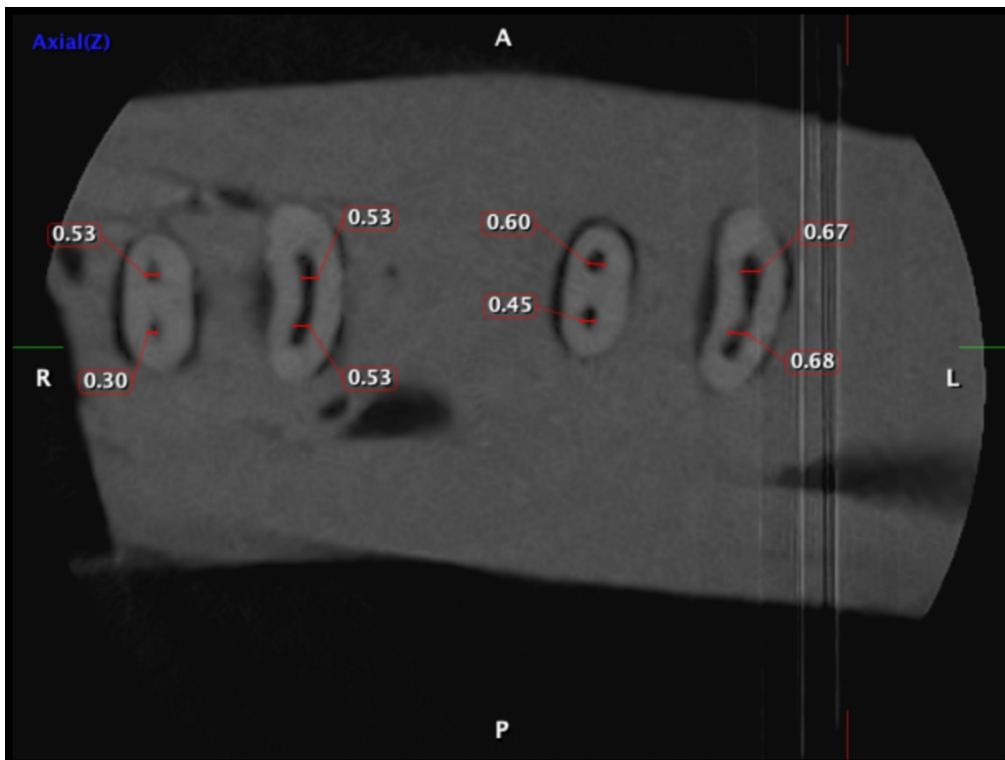
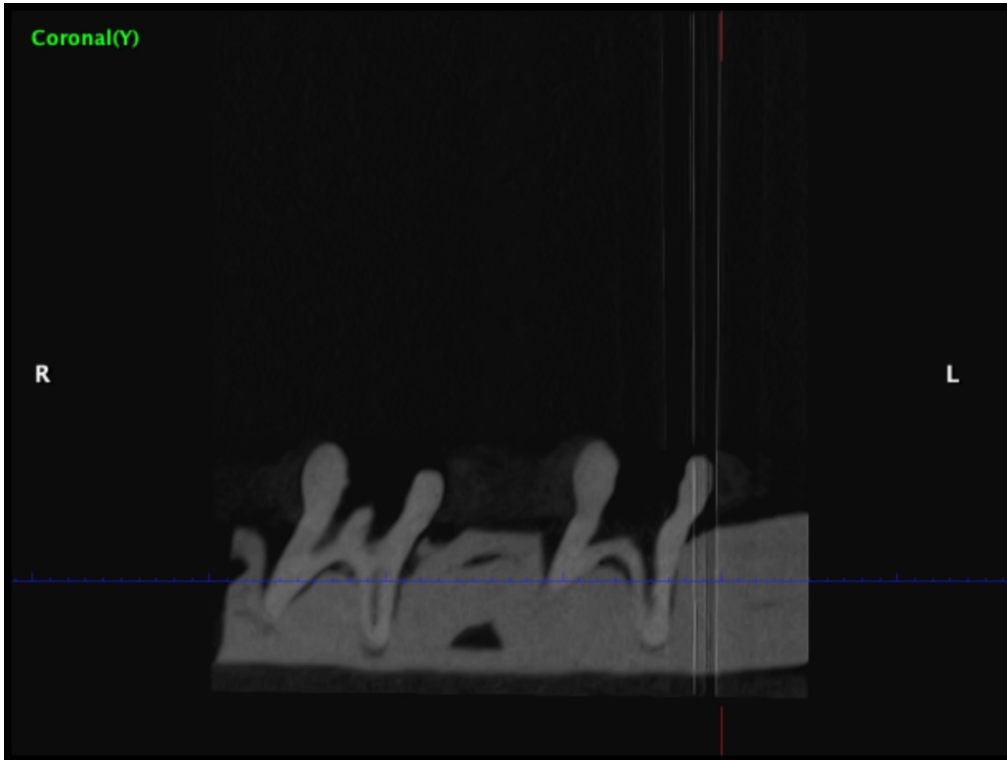
- 106.**Coll JA, Josell S, Casper JS. Evaluation of a one appointment formocresol pulpectomy for primary molars. *Pediatr Dent*. 1985;7:123-129.
- 107.**Jokovic A, Locker D, Stephens M, Kenny D, Tompson B, Guyatt G. Validez y fiabilidad de un cuestionario para medir la calidad de vida relacionada con la salud bucal infantil. *Revista de Investigación Dental*. 2002;81(7):459-63.
- 108.**Aguilar J, González J. Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud bucal en niños con caries dental. *Revista Clínica de Investigación*. 2011;23(2):118-25.
- 109.**Peters OA, Paqué F. Preparación del canal radicular de molares maxilares con el archivo autoajustable: un estudio de microtomografía computarizada. *Revista de Endodoncia*. 2011;37(1):53-7.
- 110.**Peters OA, Arias A, Paqué F. Evaluación mediante microtomografía computarizada de la preparación de conductos radiculares con instrumentos rotatorios en molares maxilares. *Revista de Endodoncia*. 2010;36(11):1879-83.
- 111.**Schneider SW. Comparación de preparaciones de conductos en conductos radiculares rectos y curvos. *Cirugía Oral, Medicina Oral, Patología Oral*. 1971;32(2):271-5.
- 112.**Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Preparación mecánica de conductos radiculares: objetivos de conformación, técnicas y medios. *Temas de Endodoncia*. 2005;10(1):30-76.
- 113.**Eighteeth. E-FLEX MINI. [Online].; 2025 [cited 2025 Marzo 10. Available from: <https://www.eighteeth.com/E-FLEX-Series/26.html>.

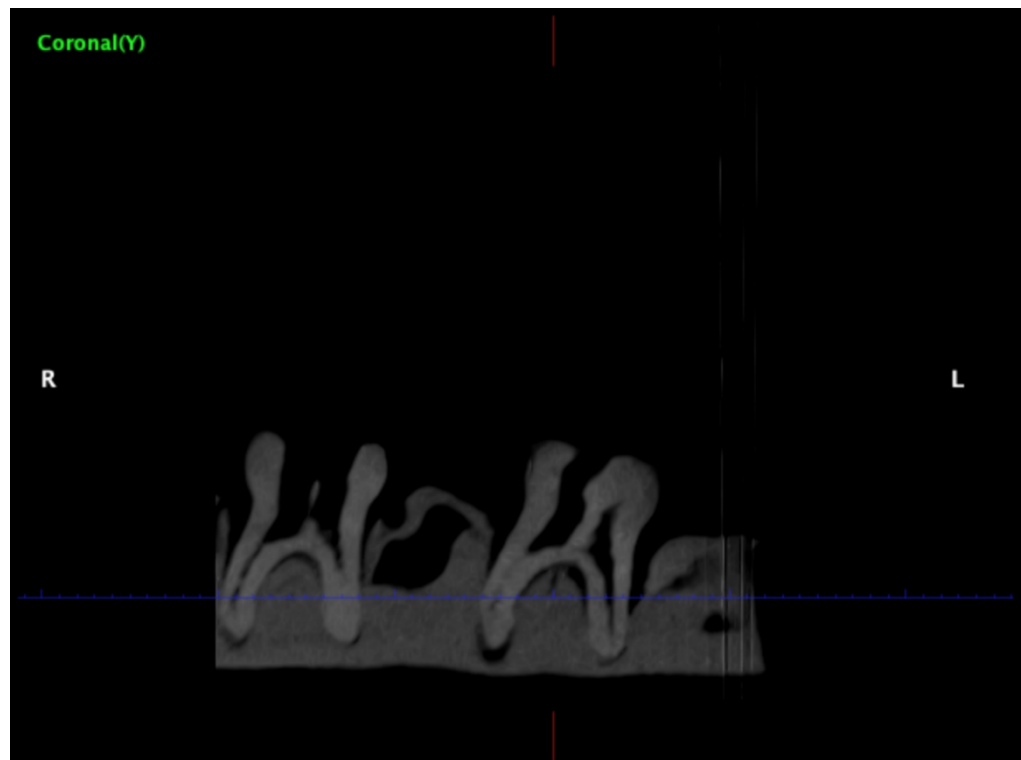
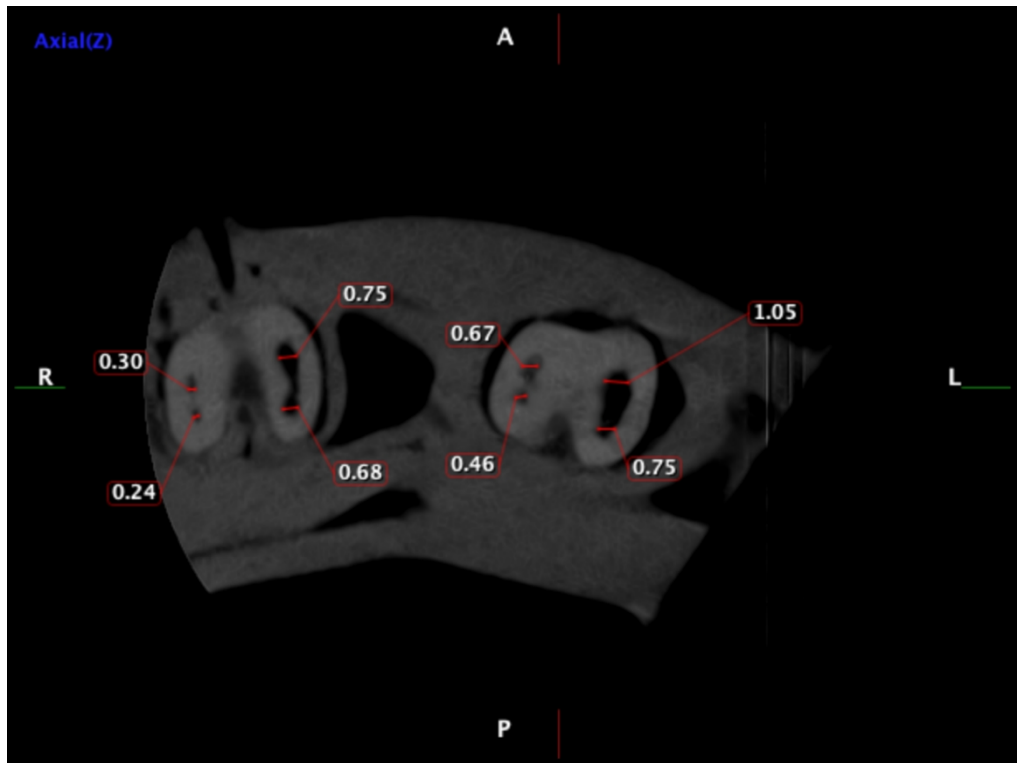
ANEXOS

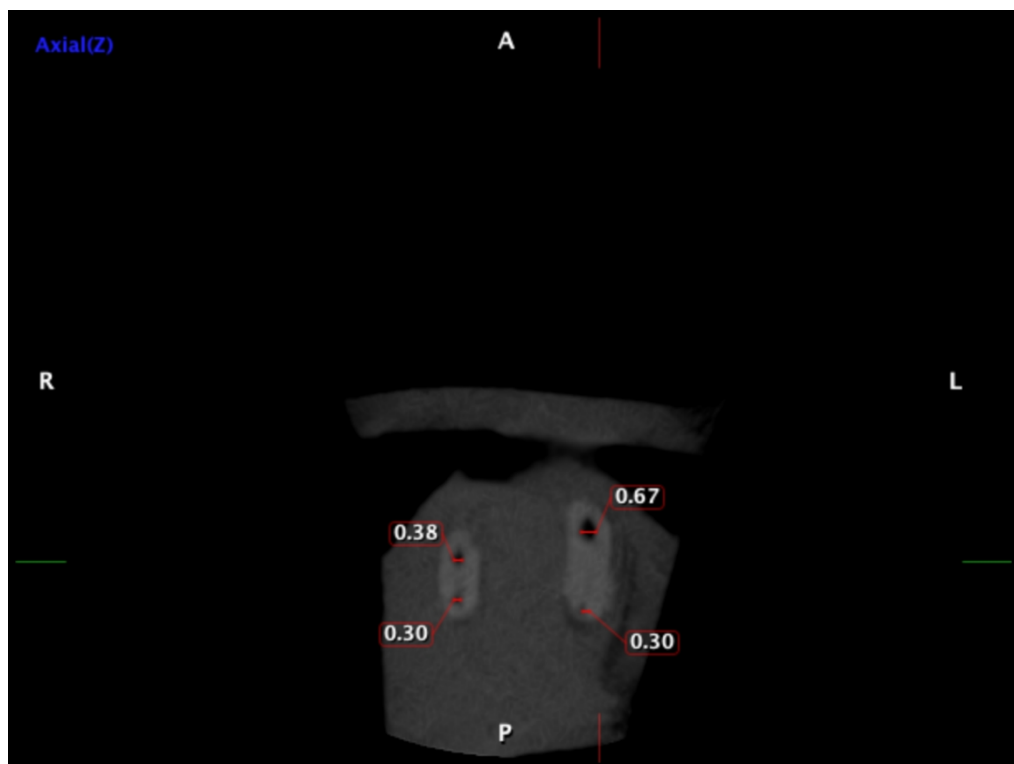
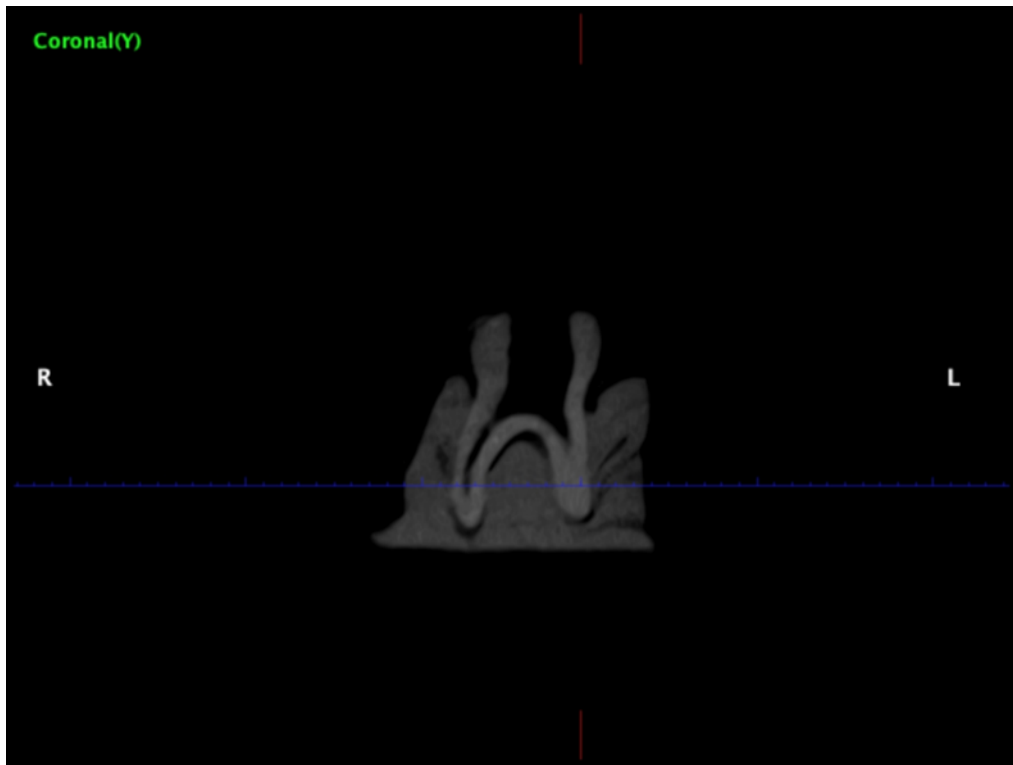
a) Muestras de instrumentación manual

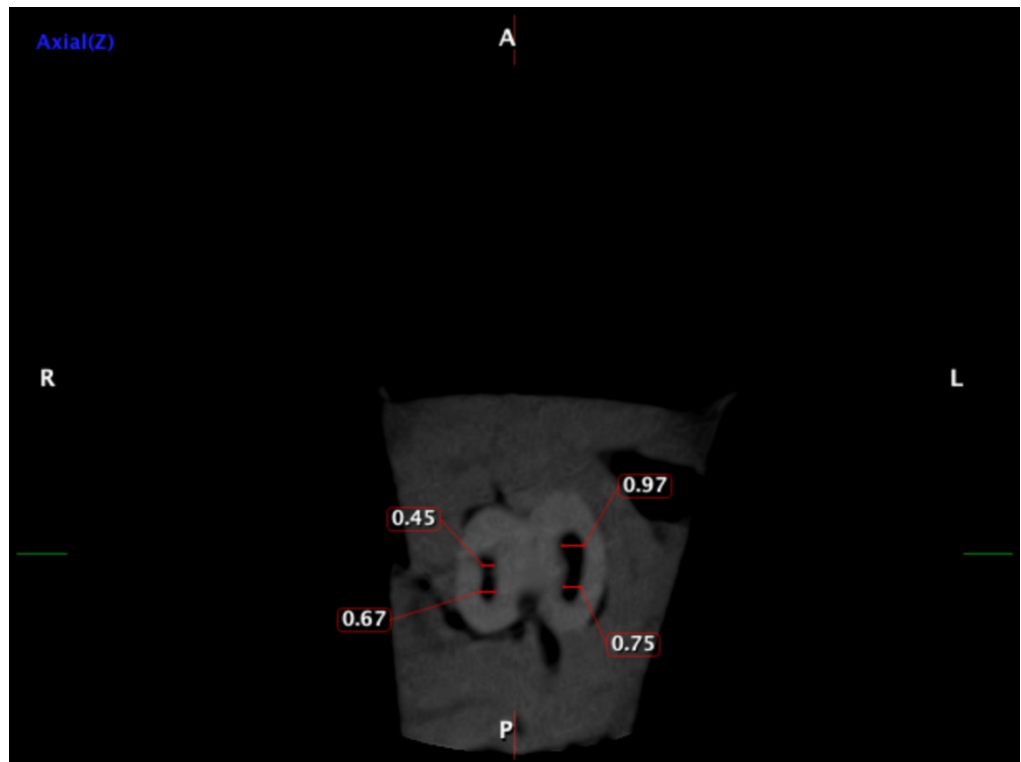
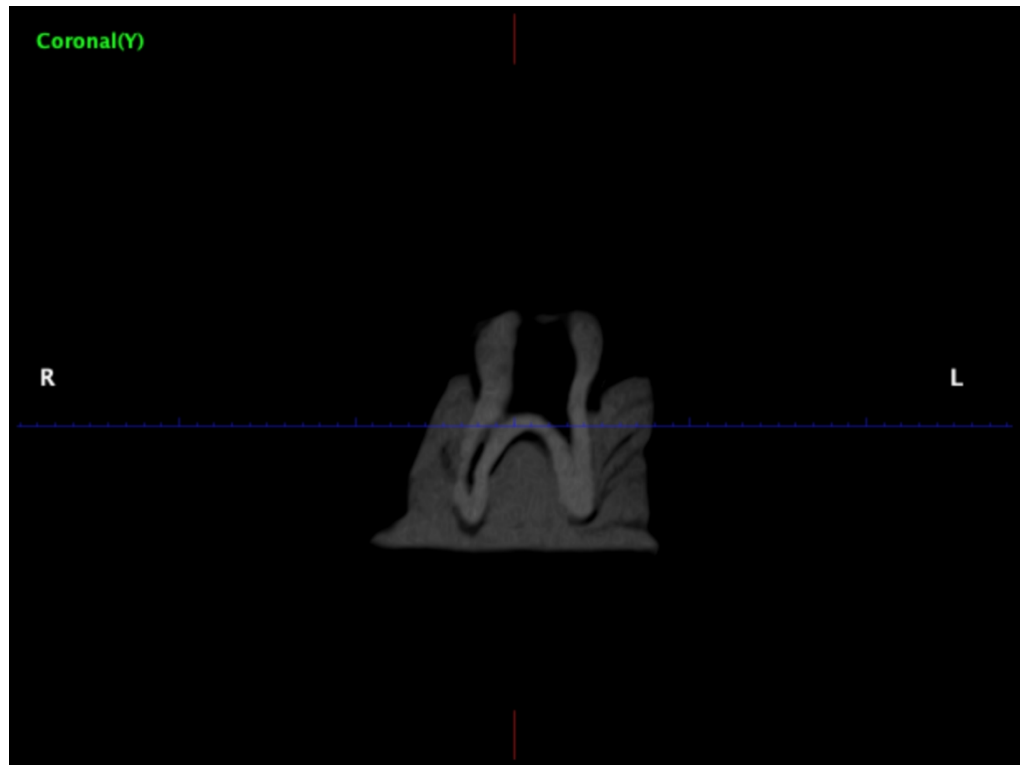


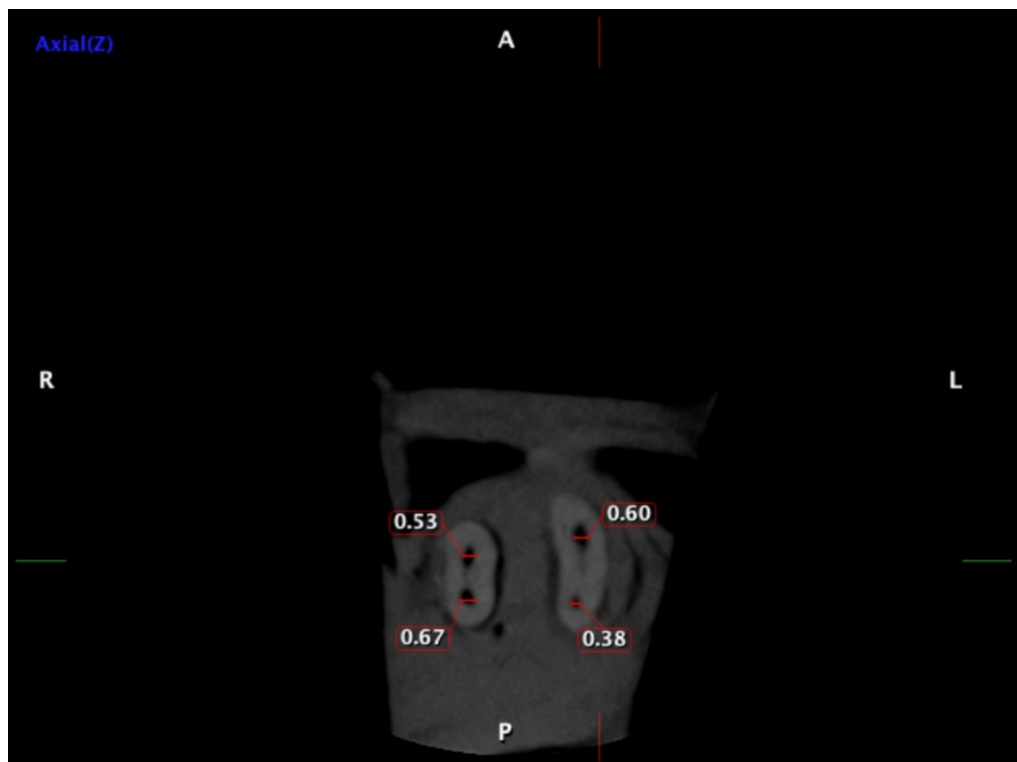
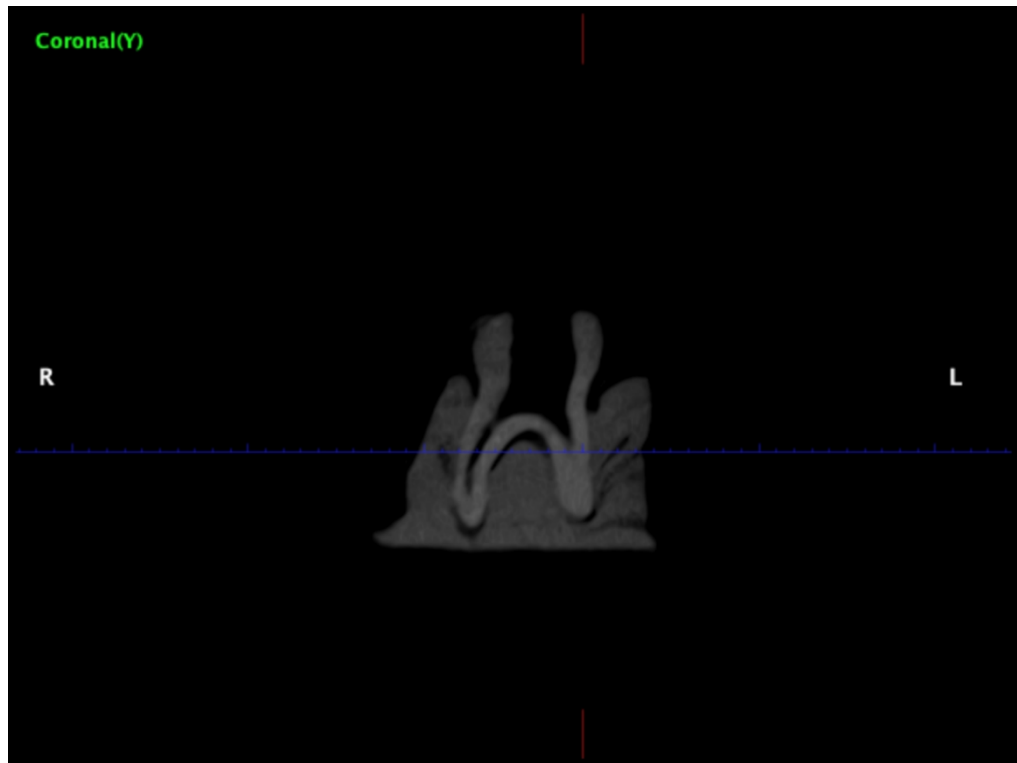


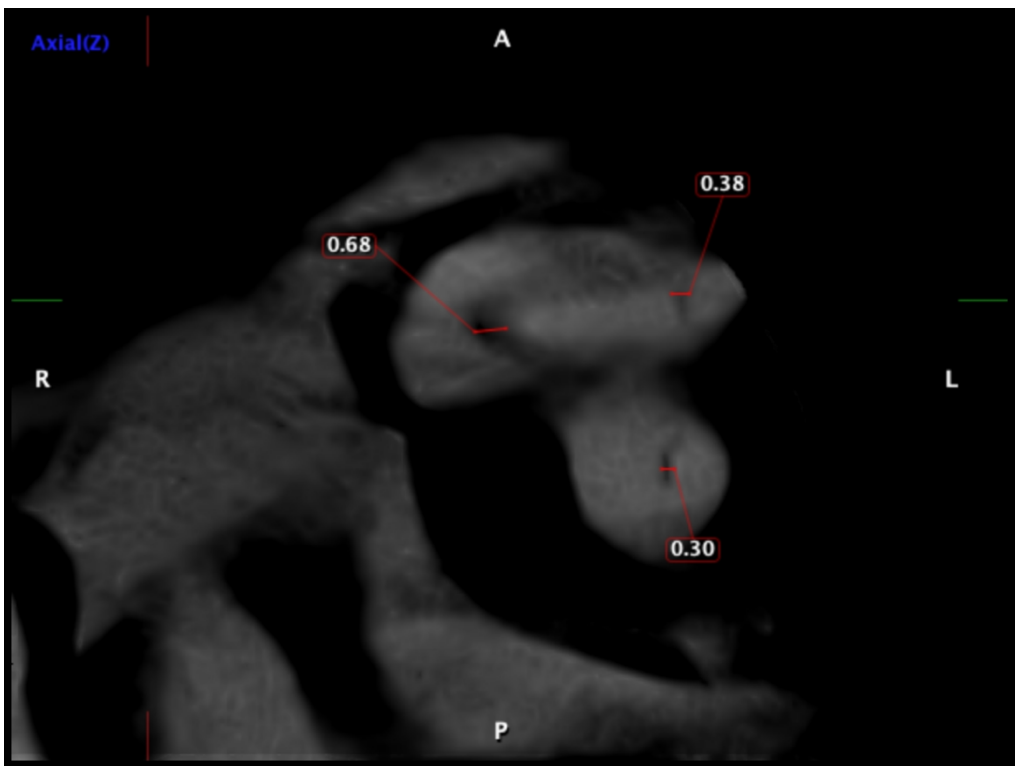
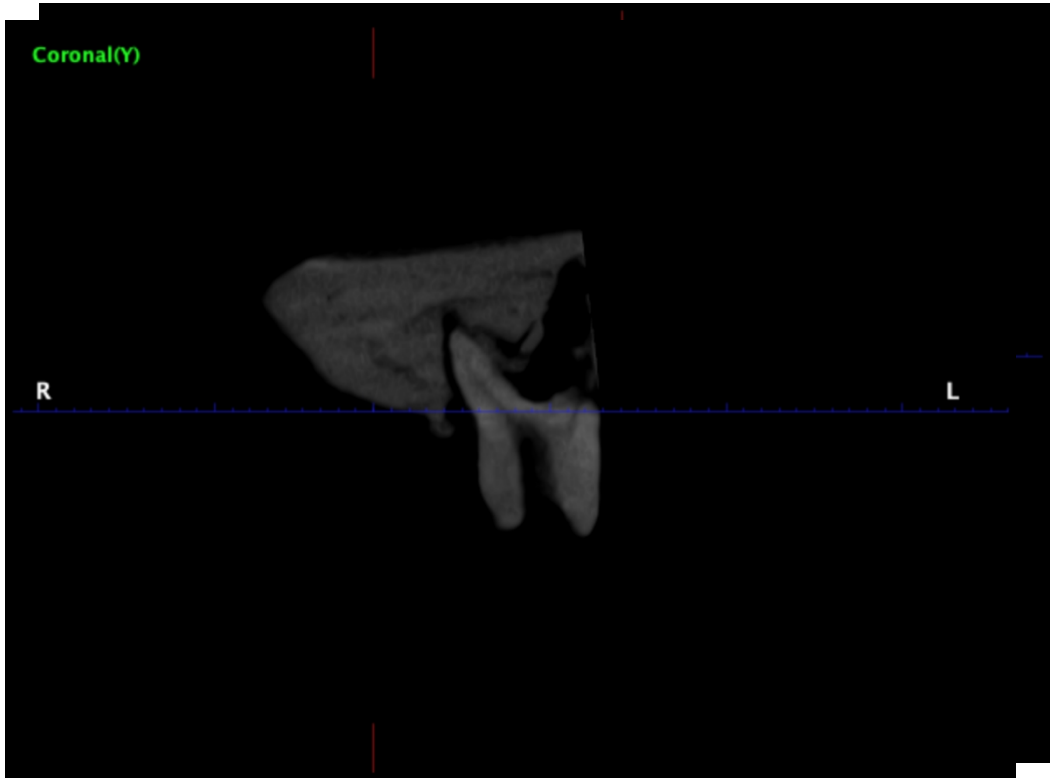


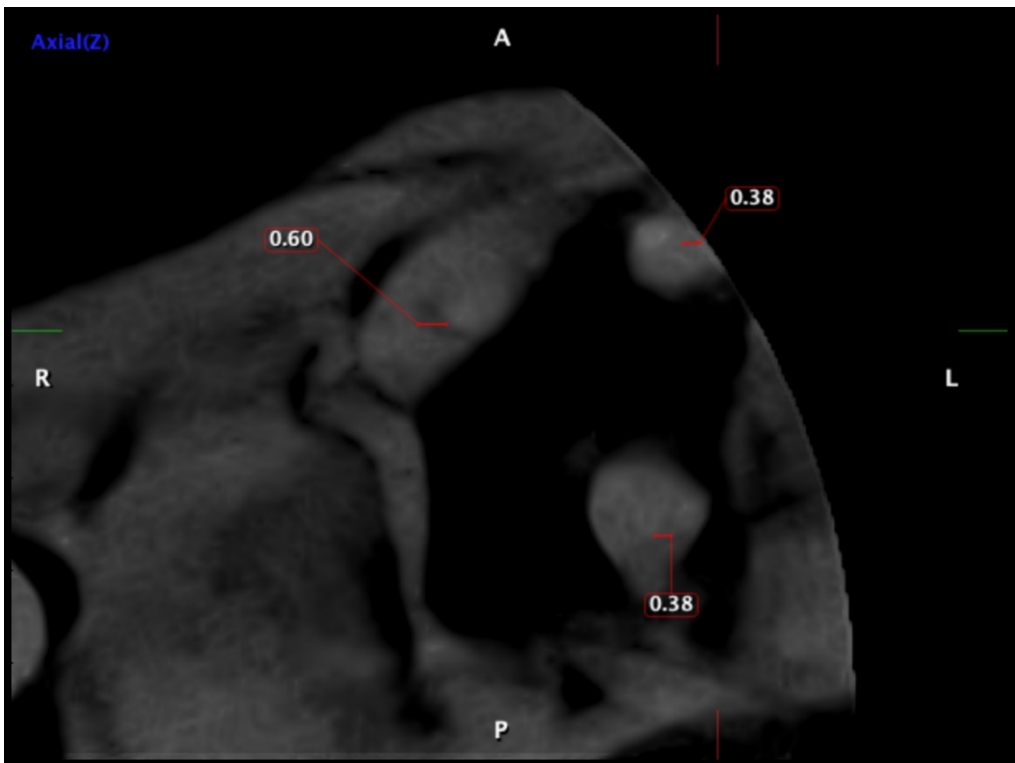
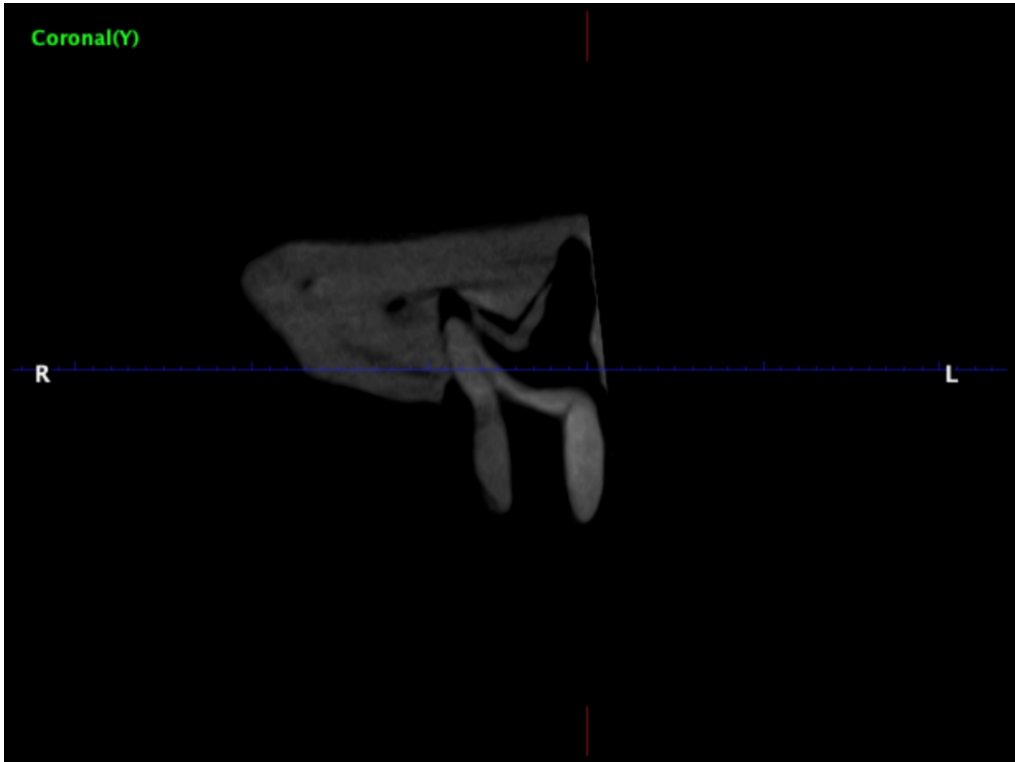


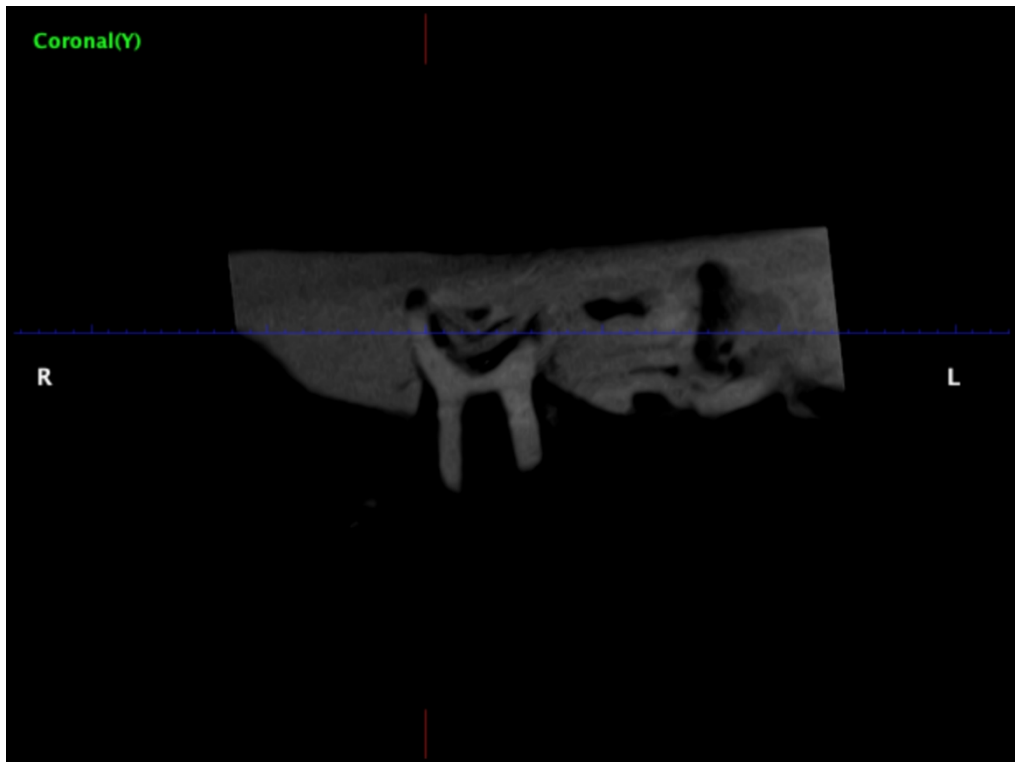
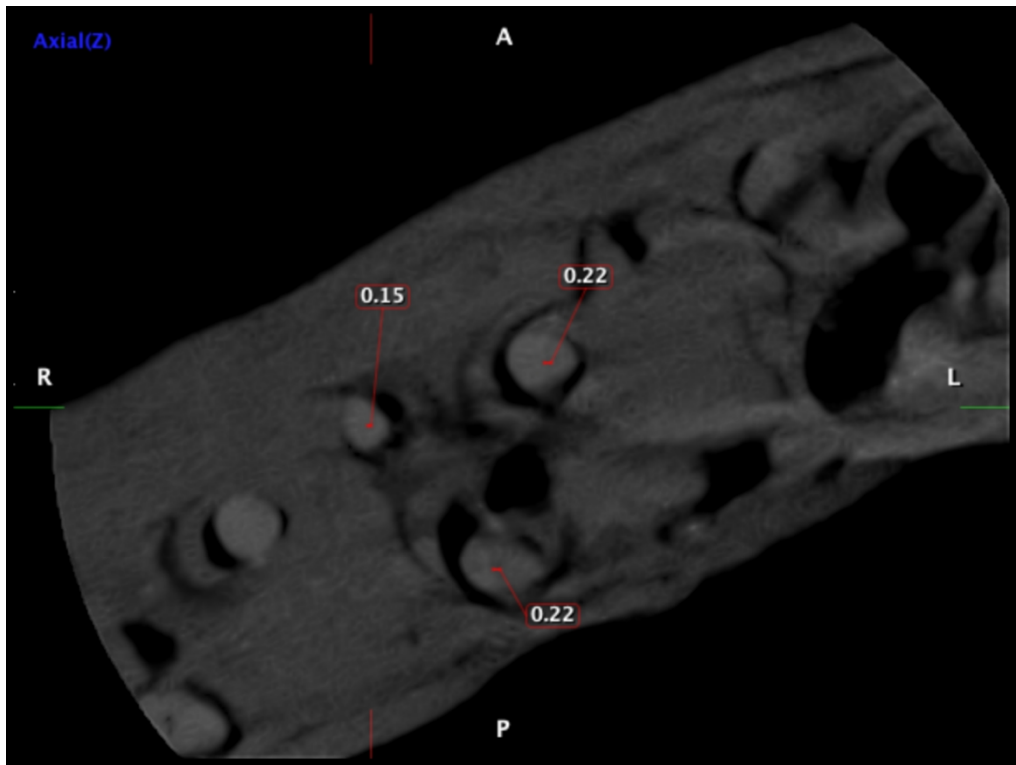


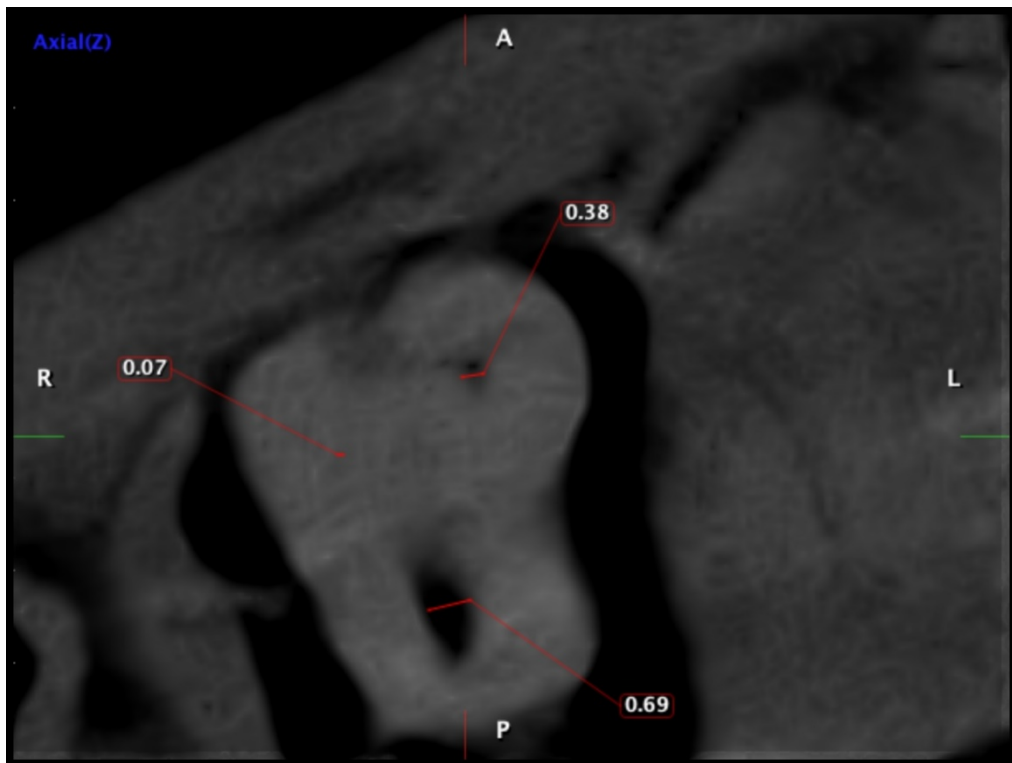
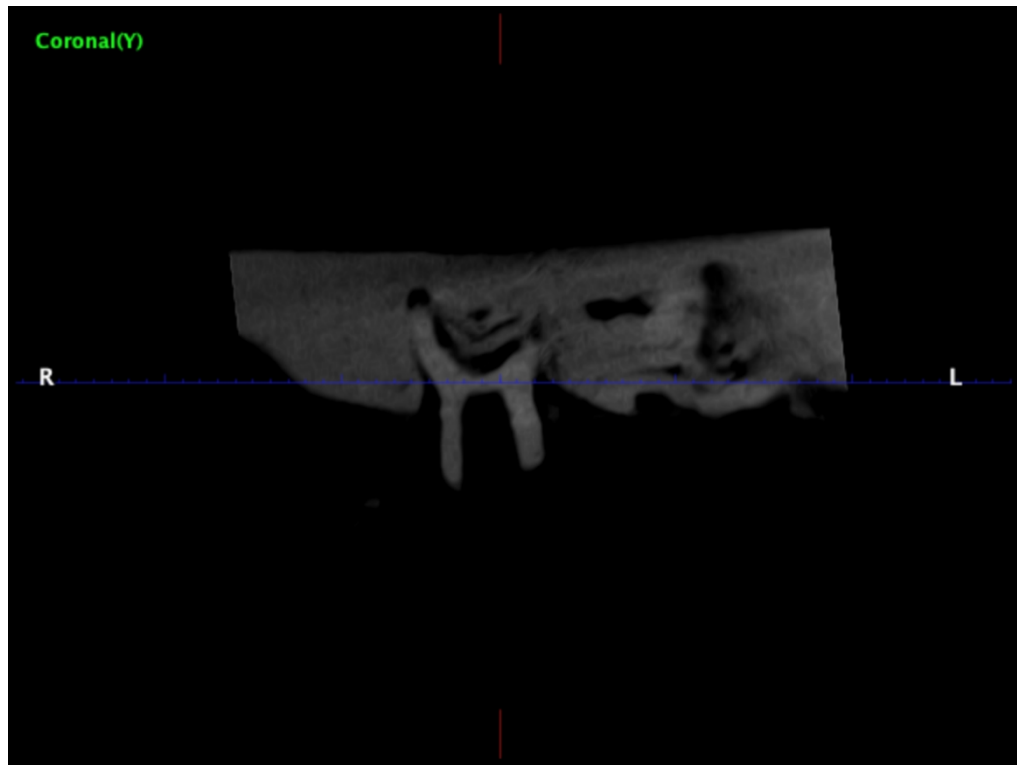


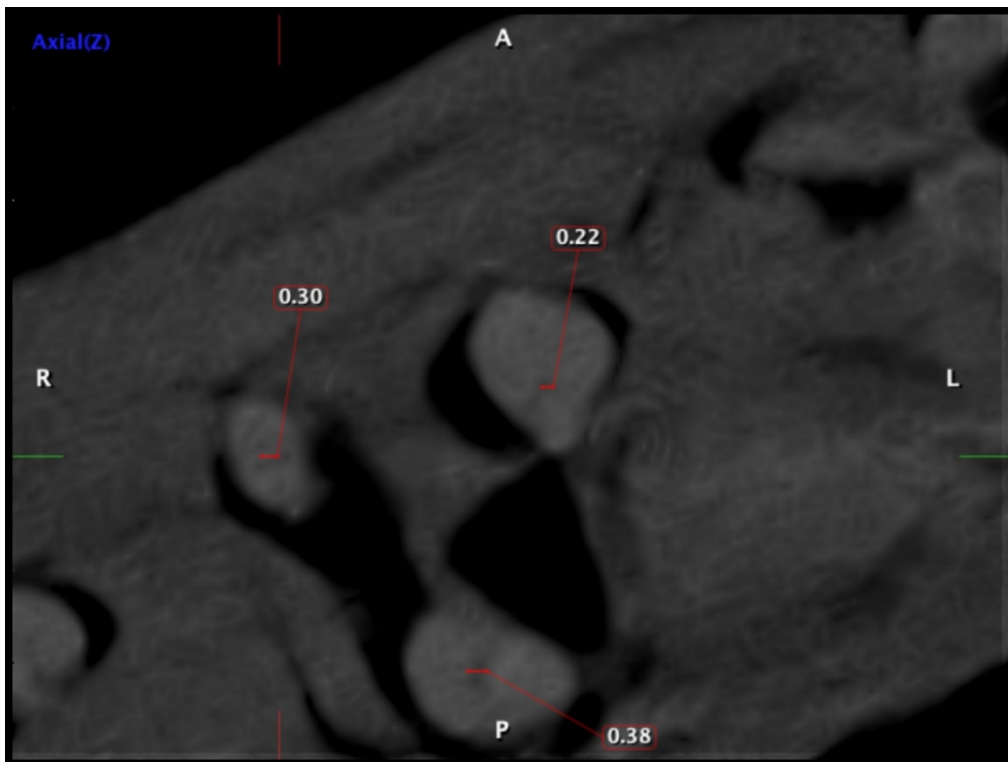


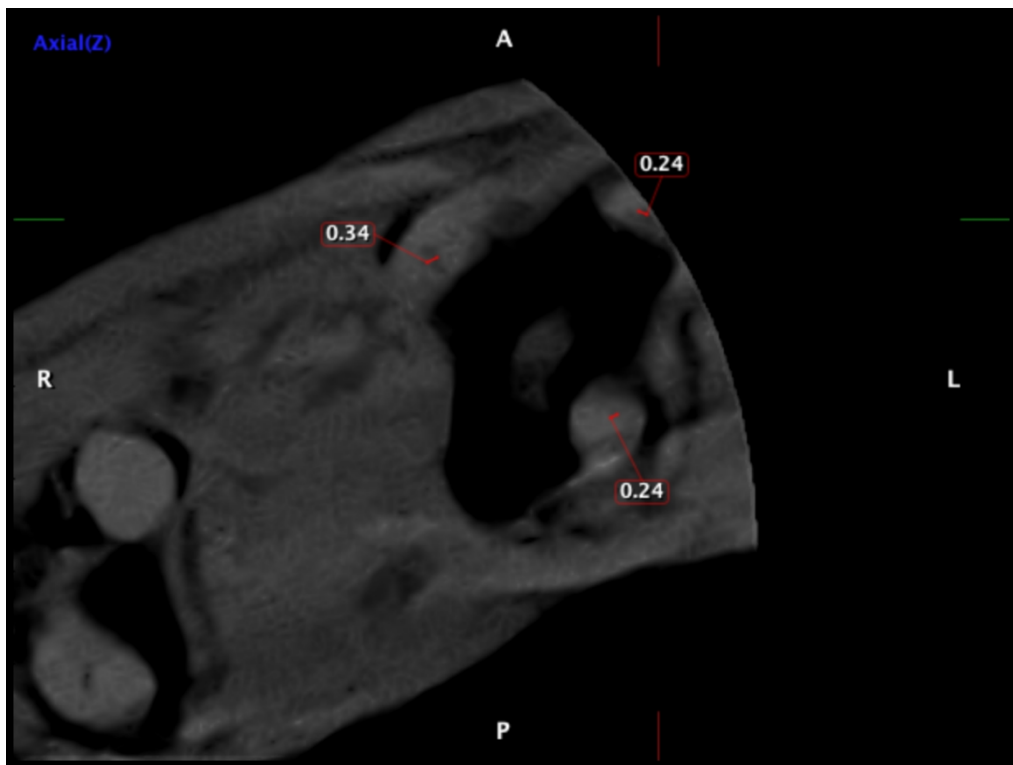
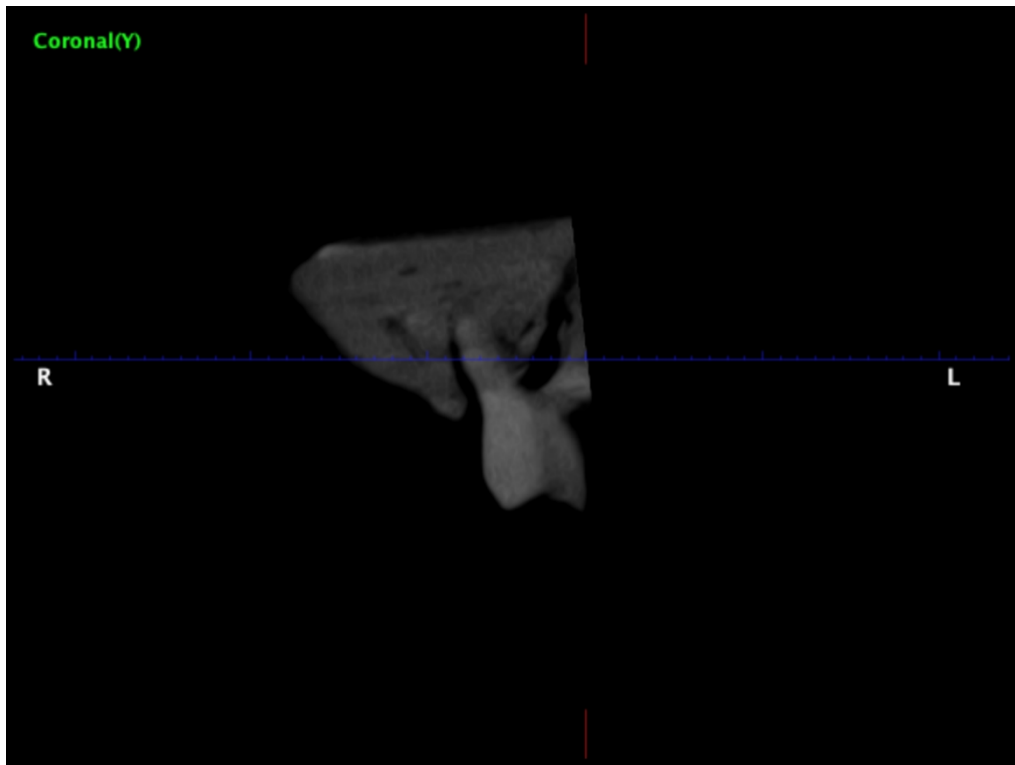


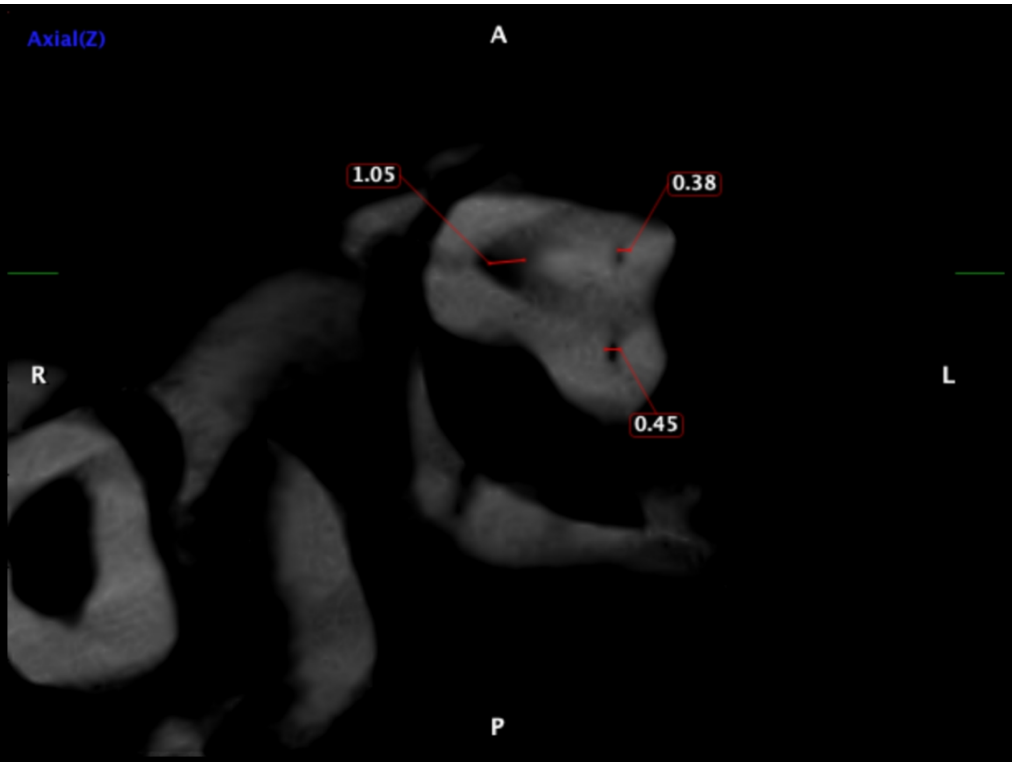


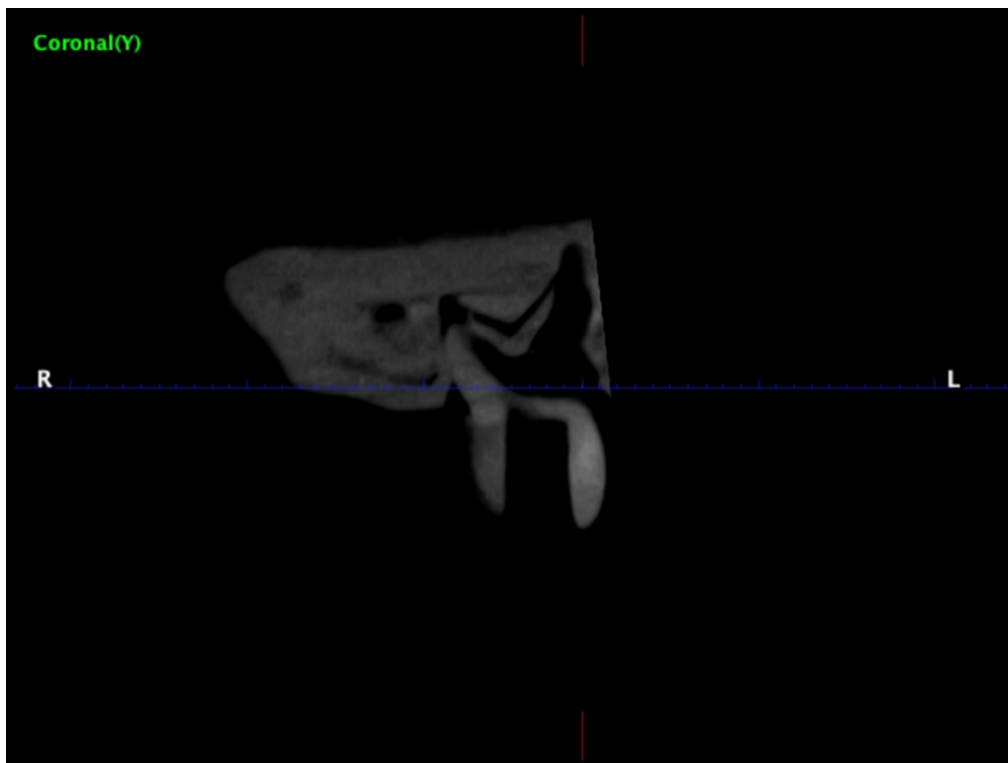


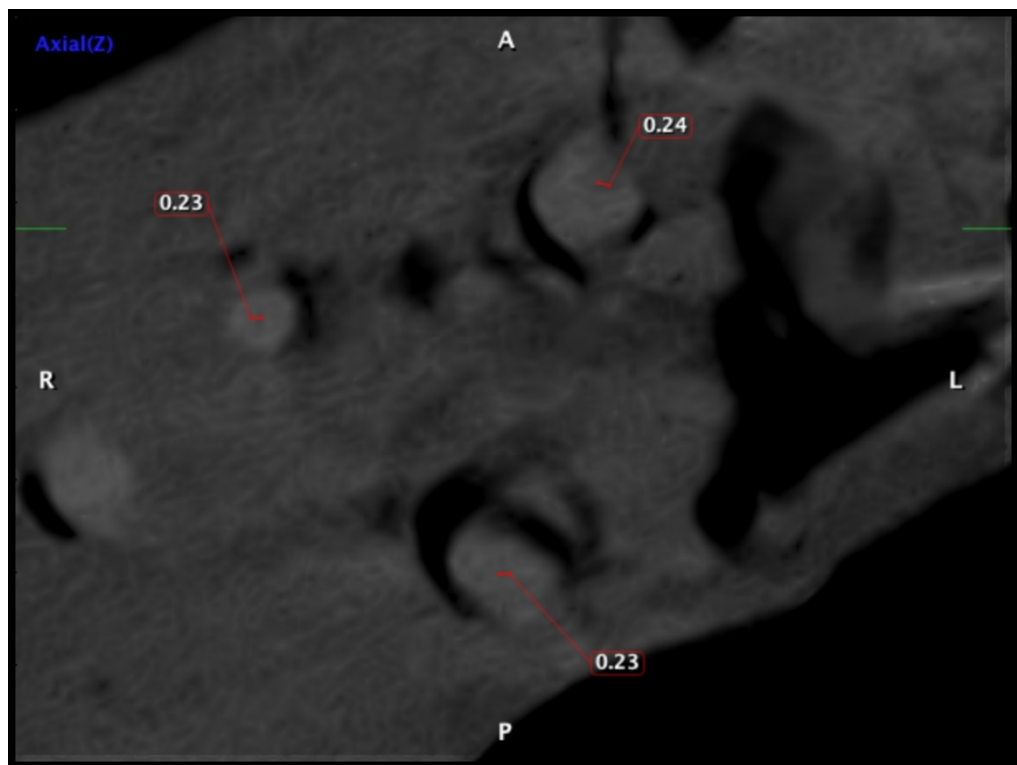
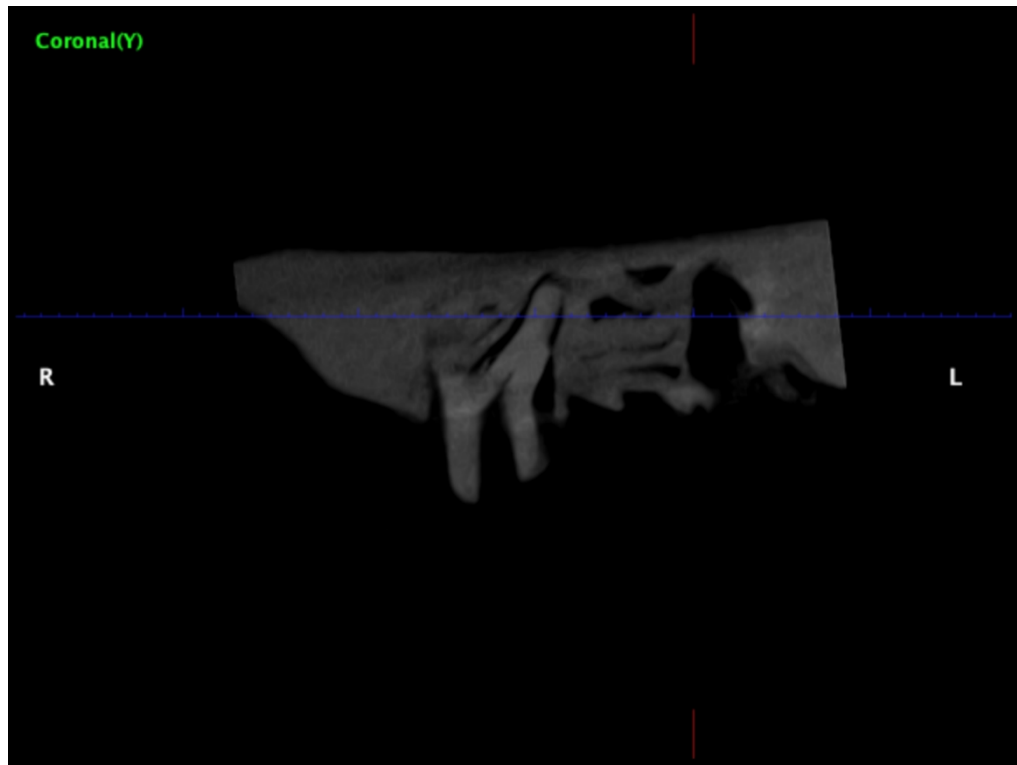


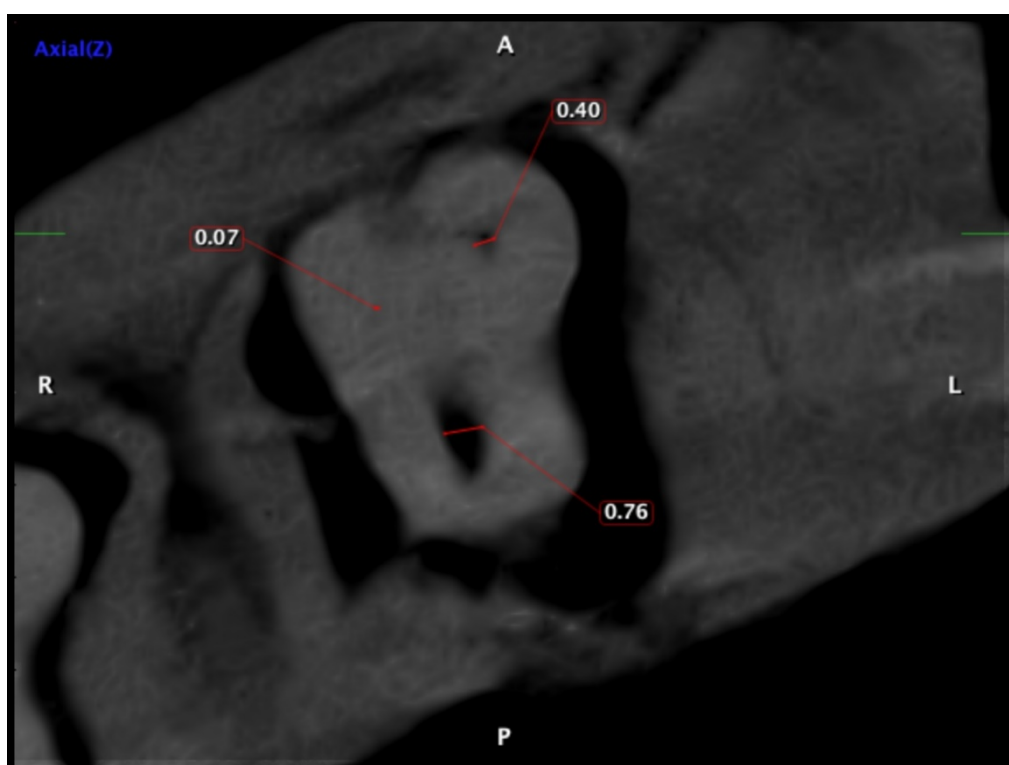
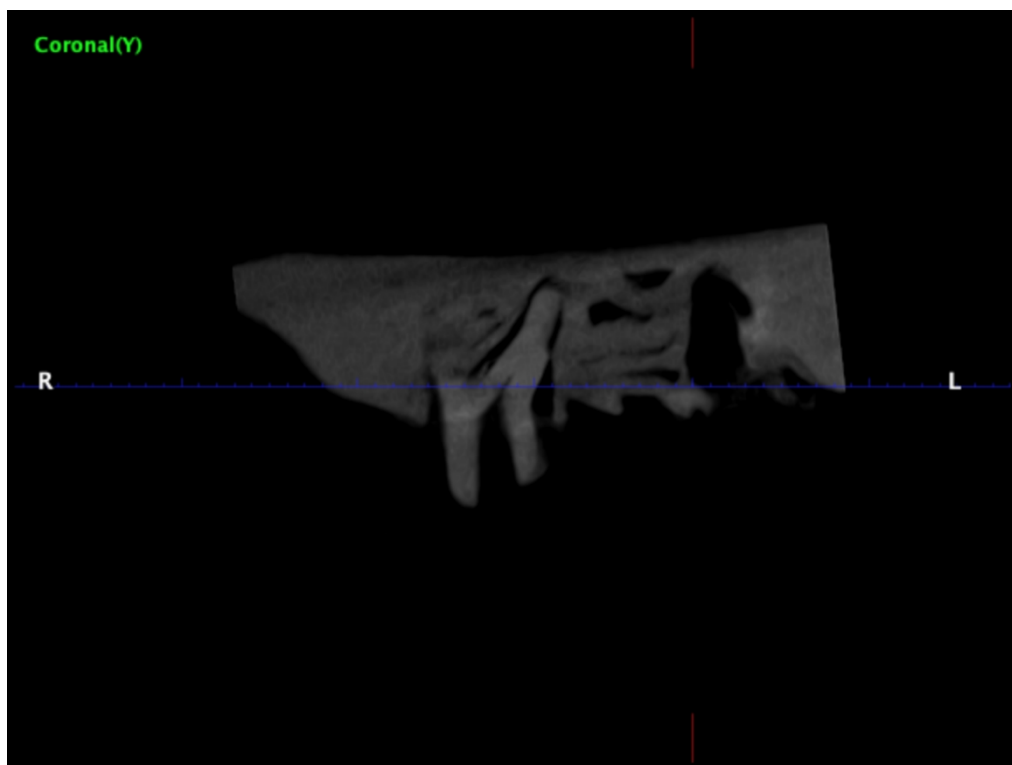


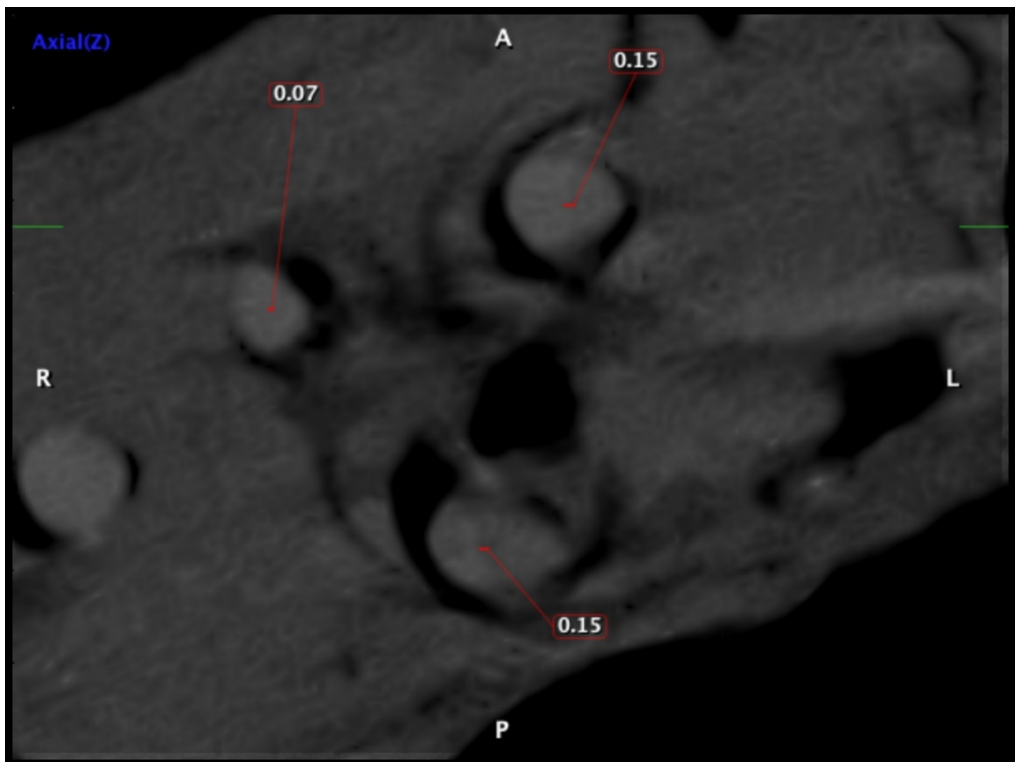
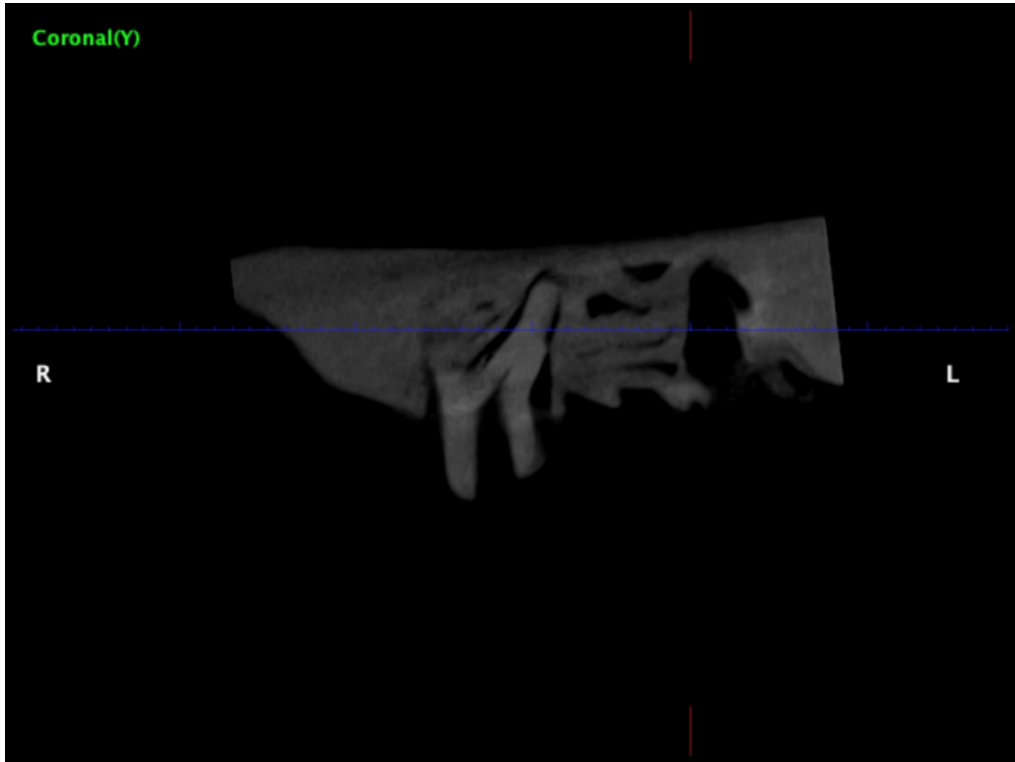


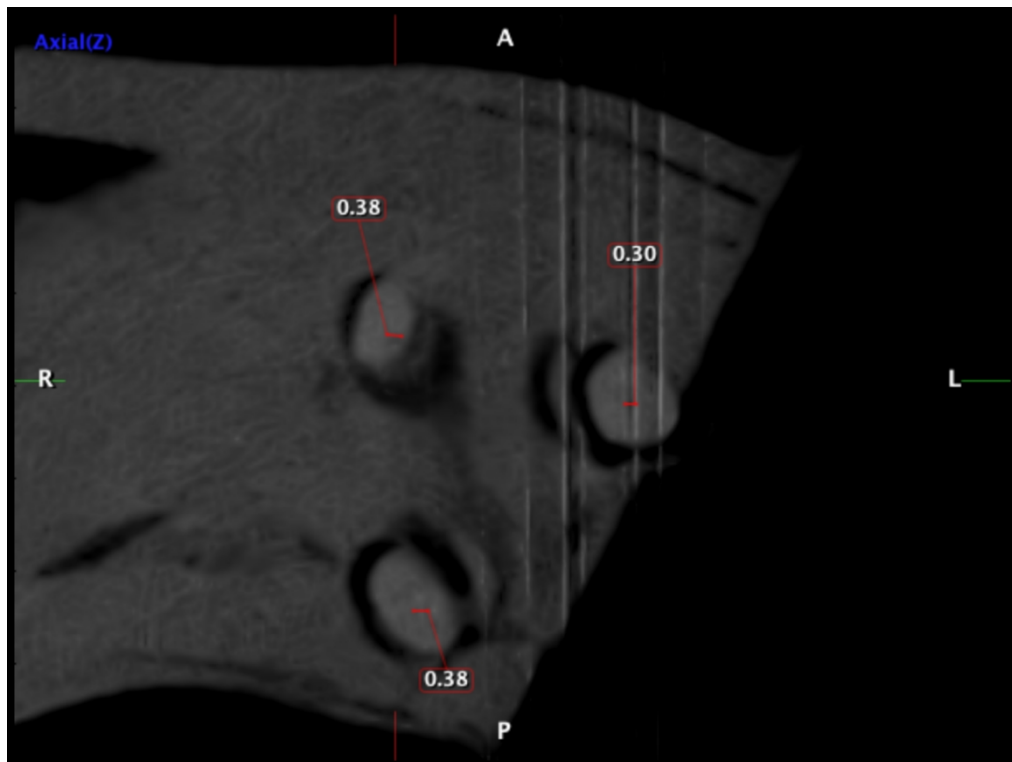
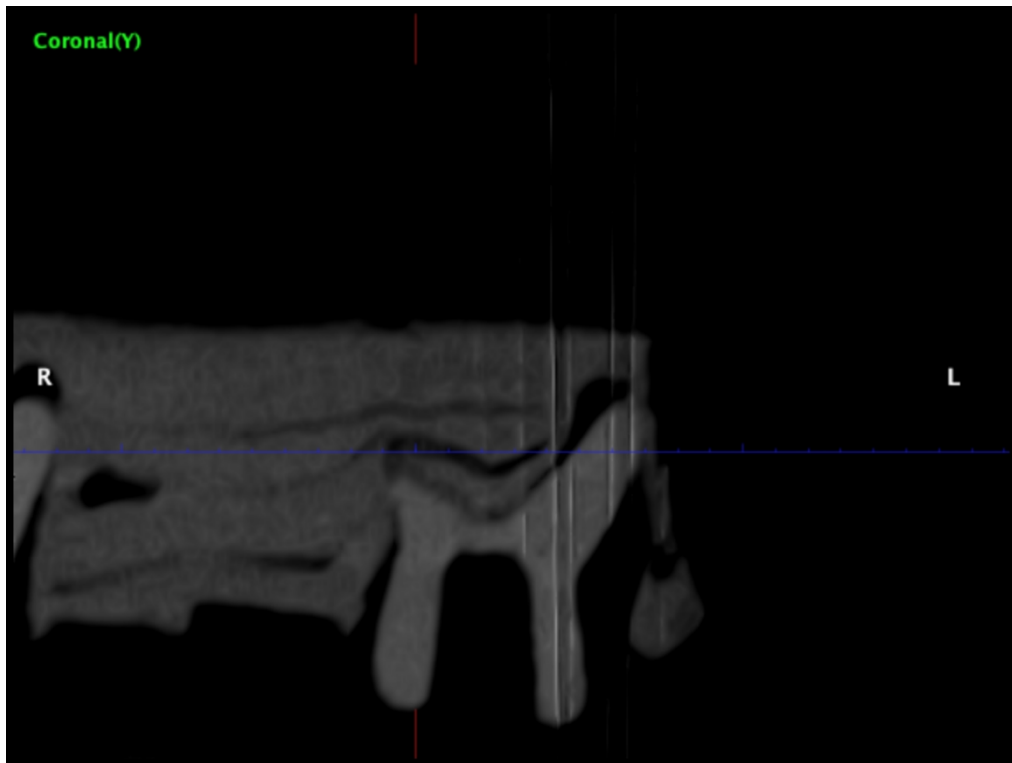


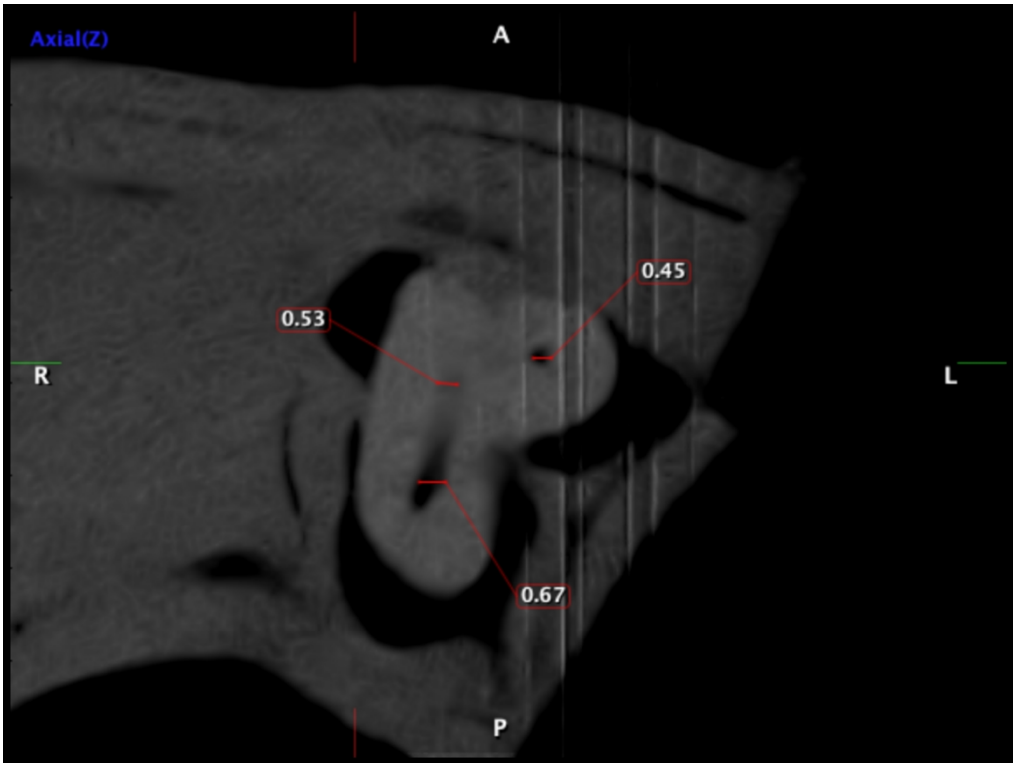
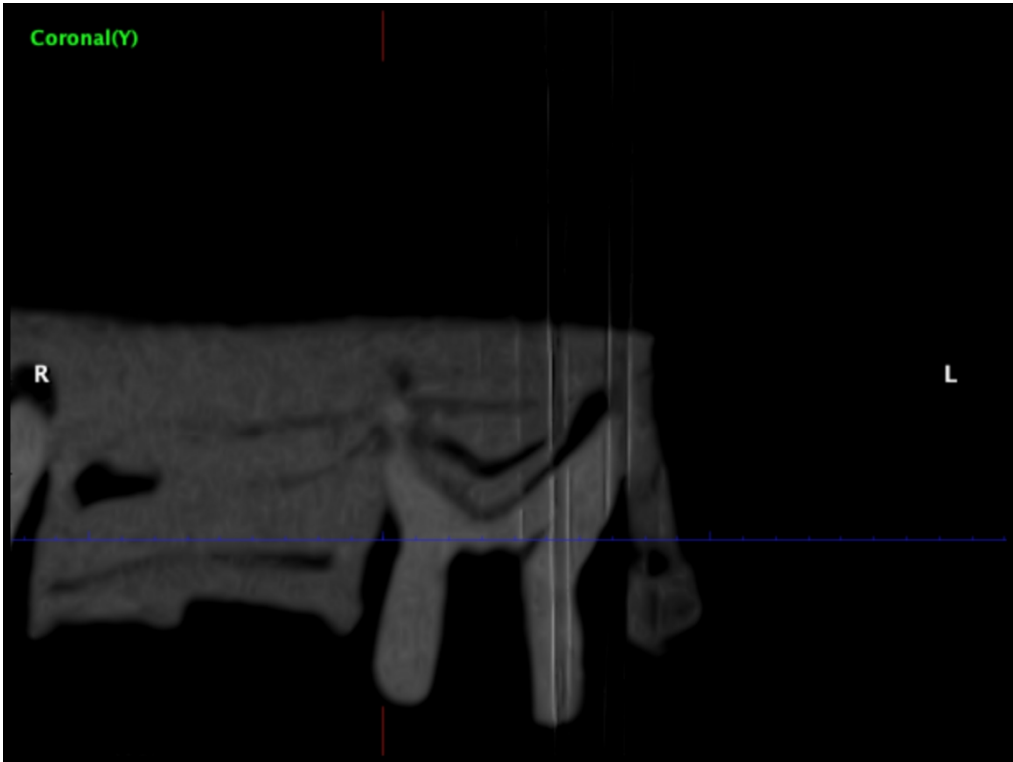


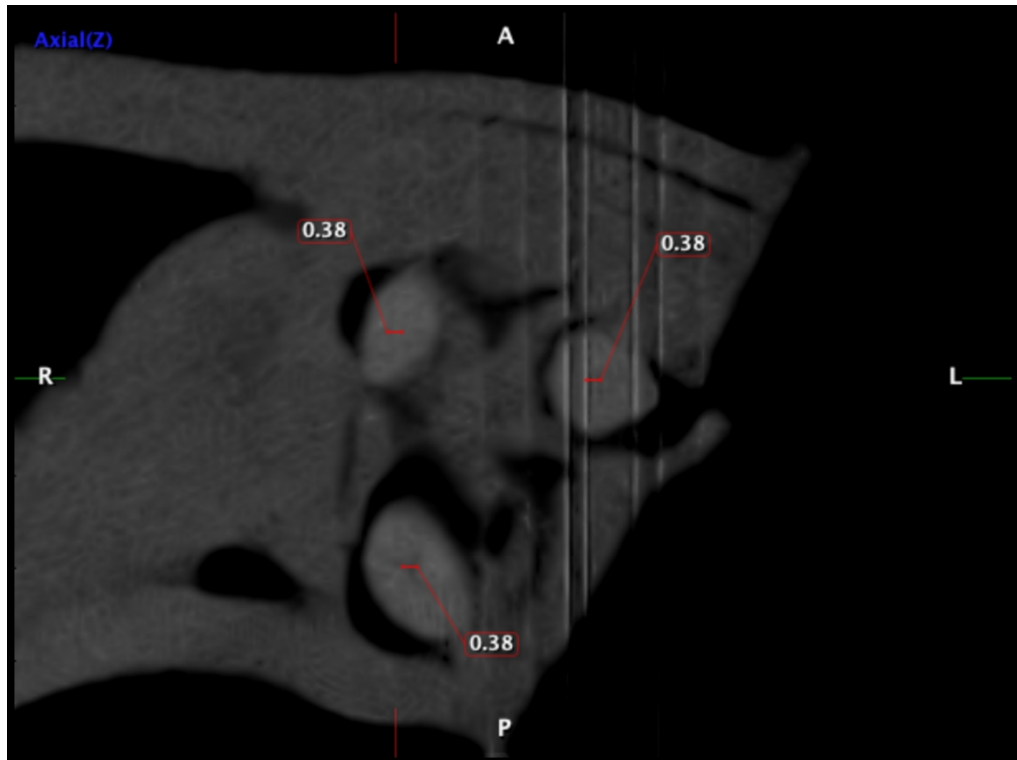
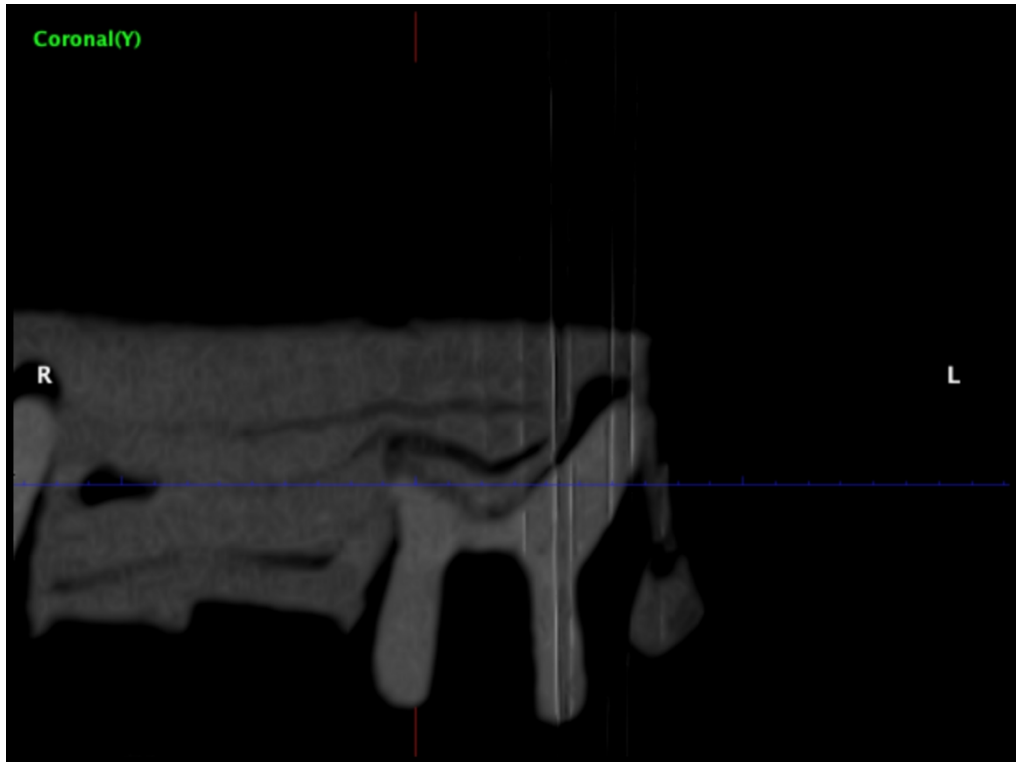




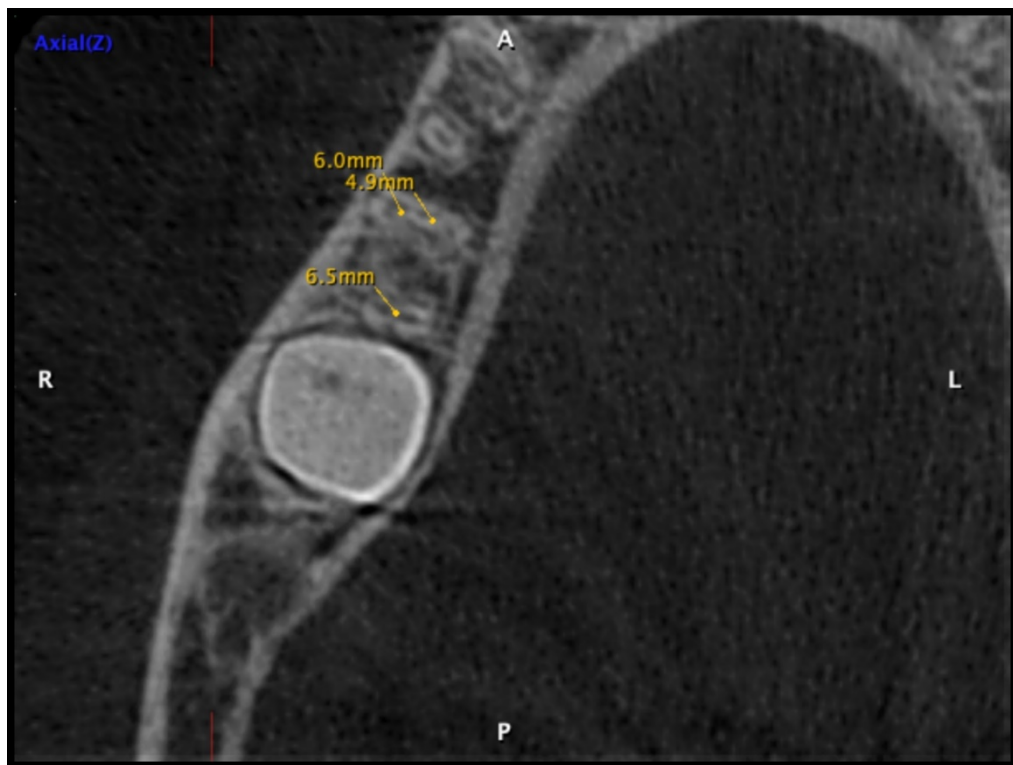
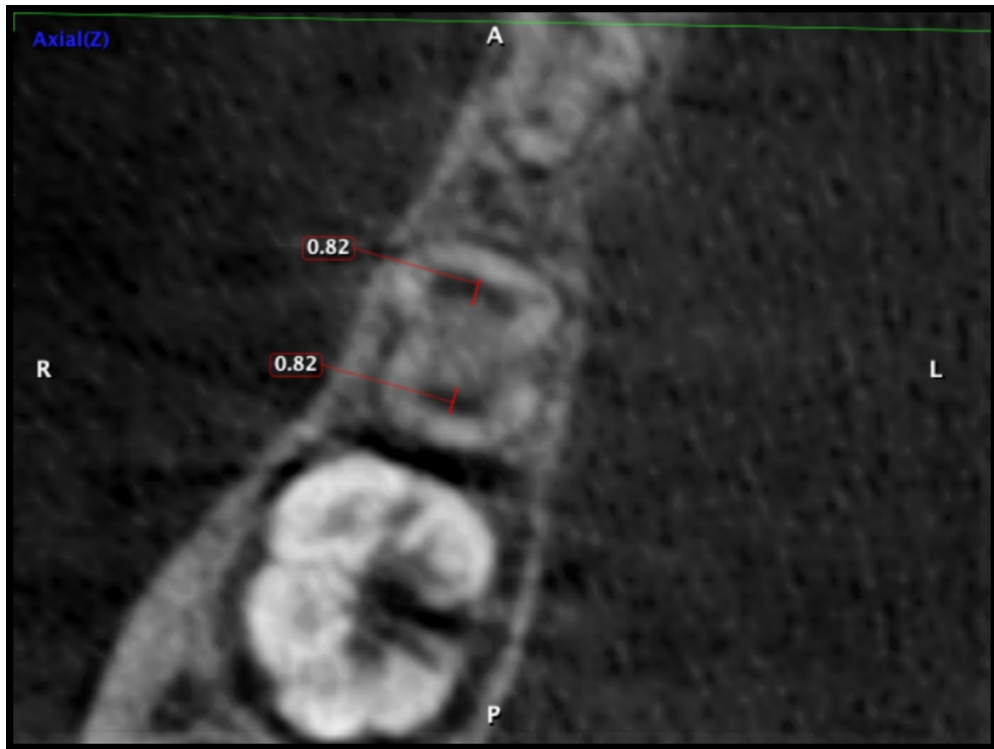


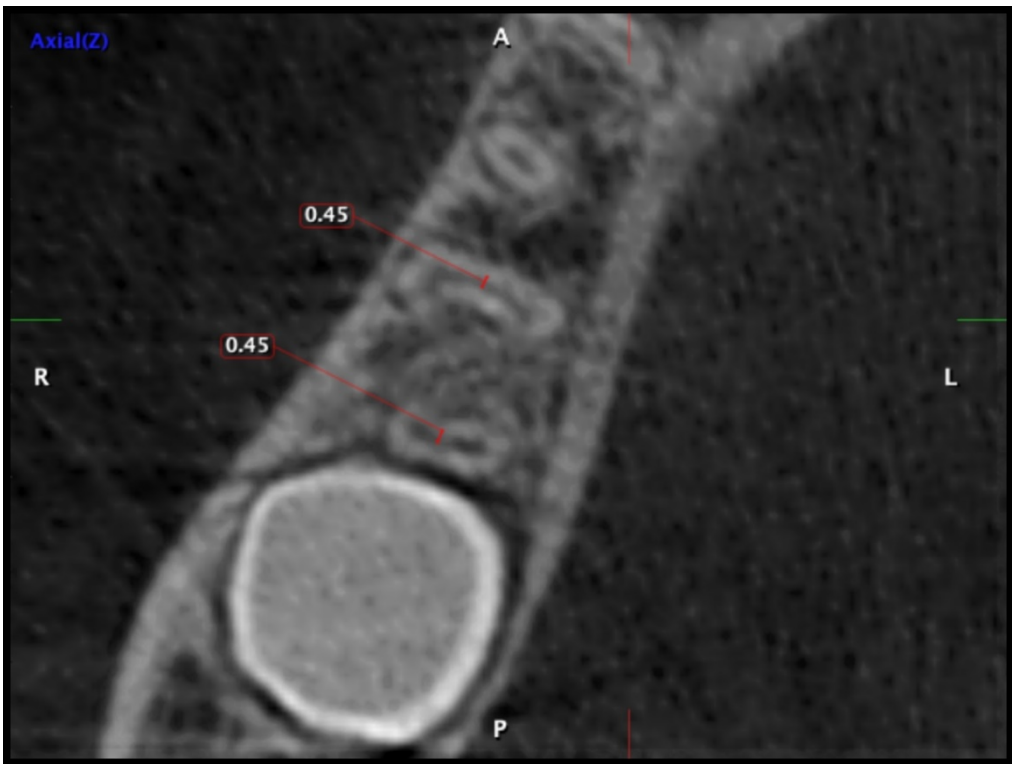
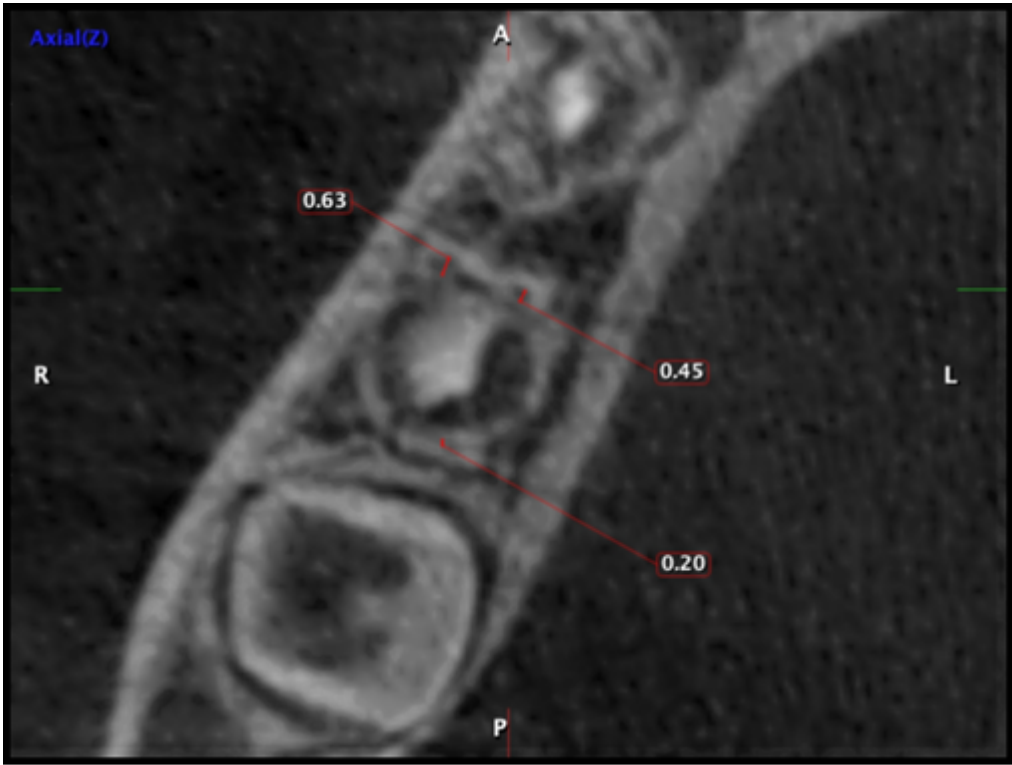


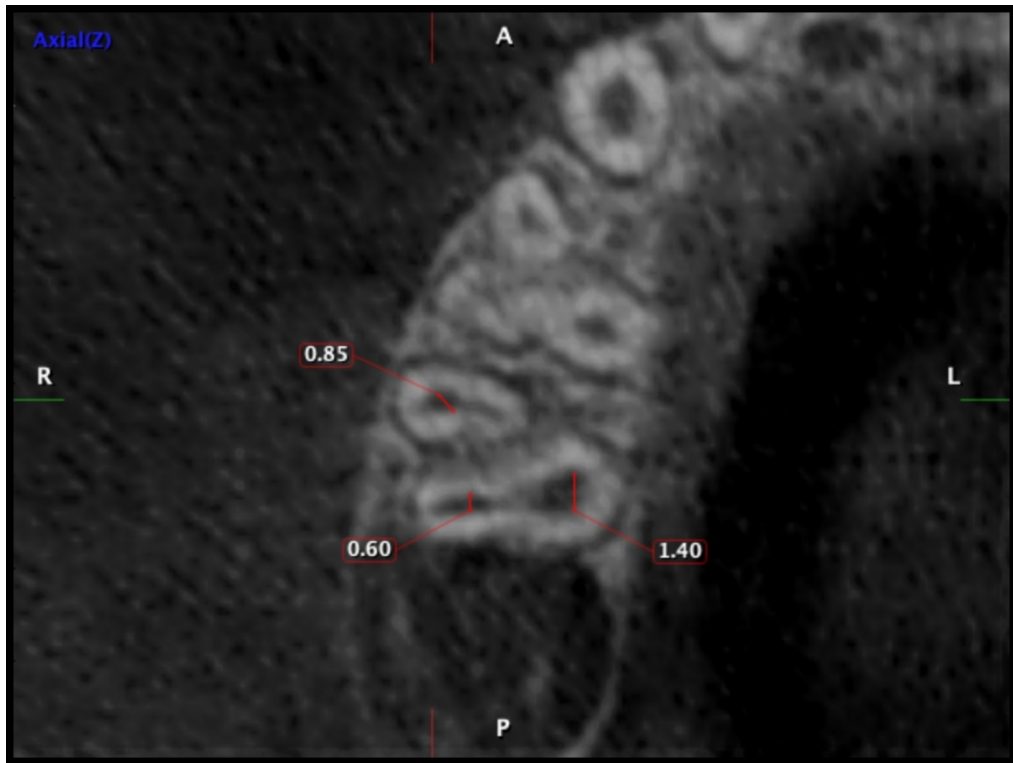




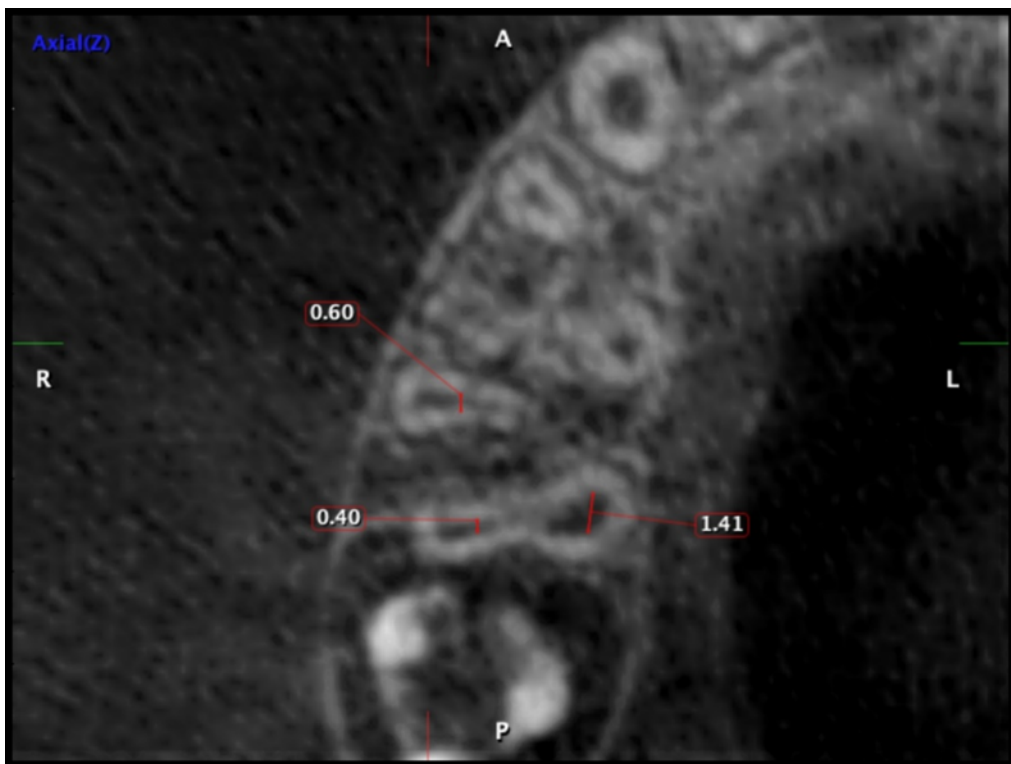
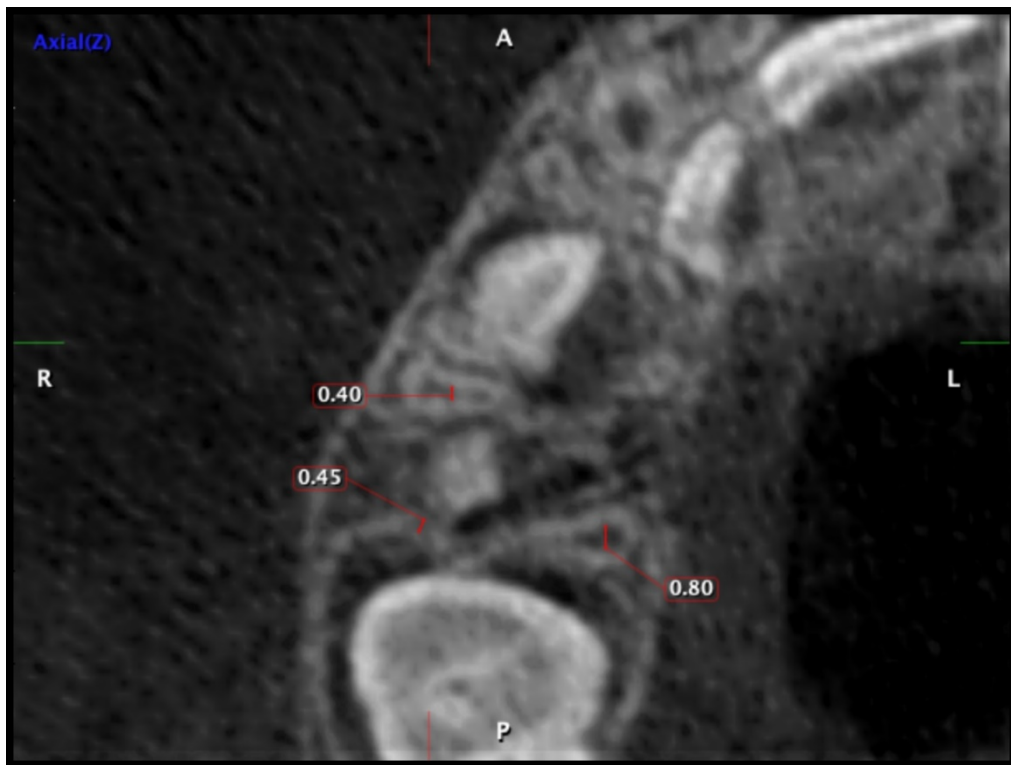
2.-Muestras del paciente base



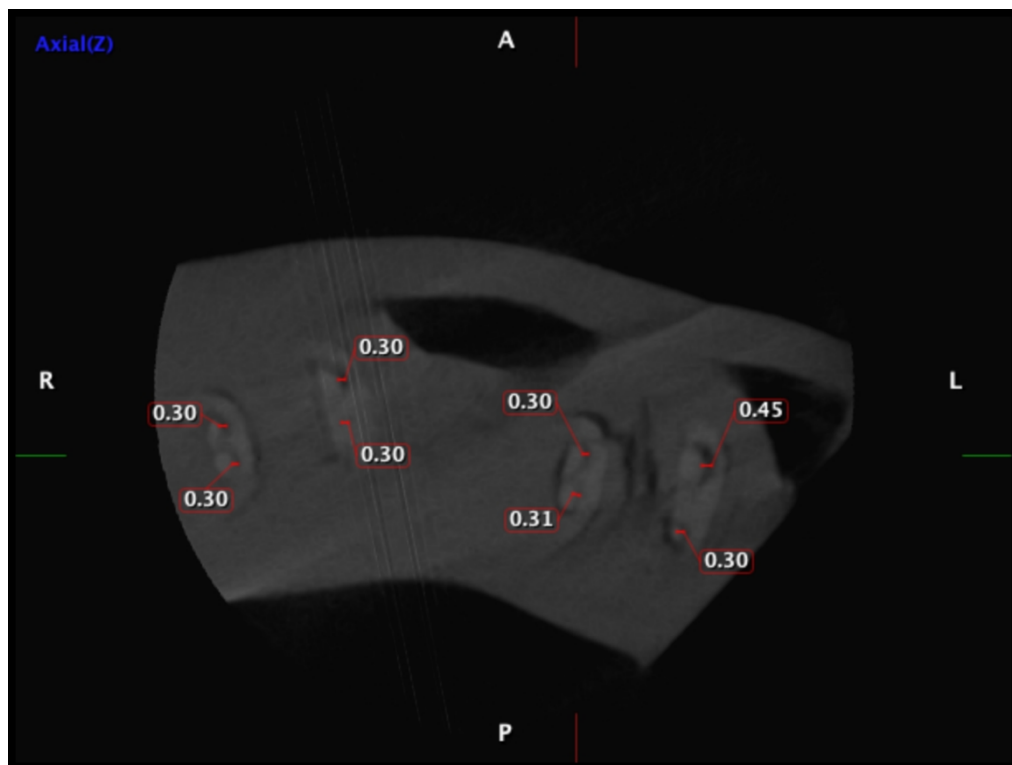
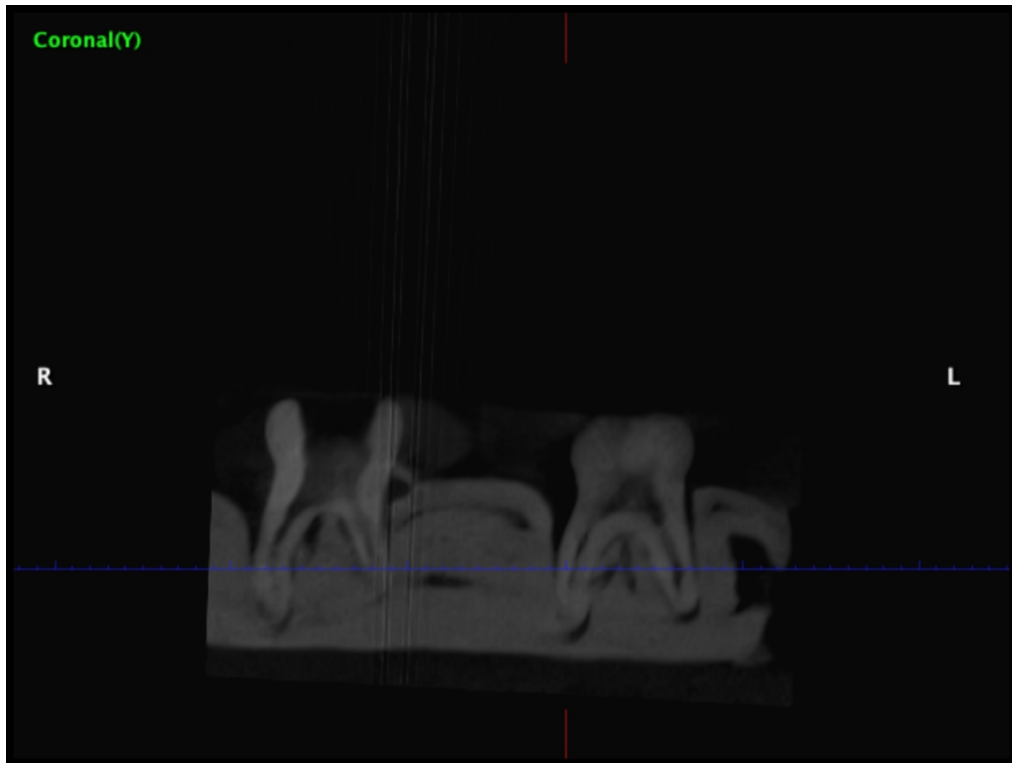


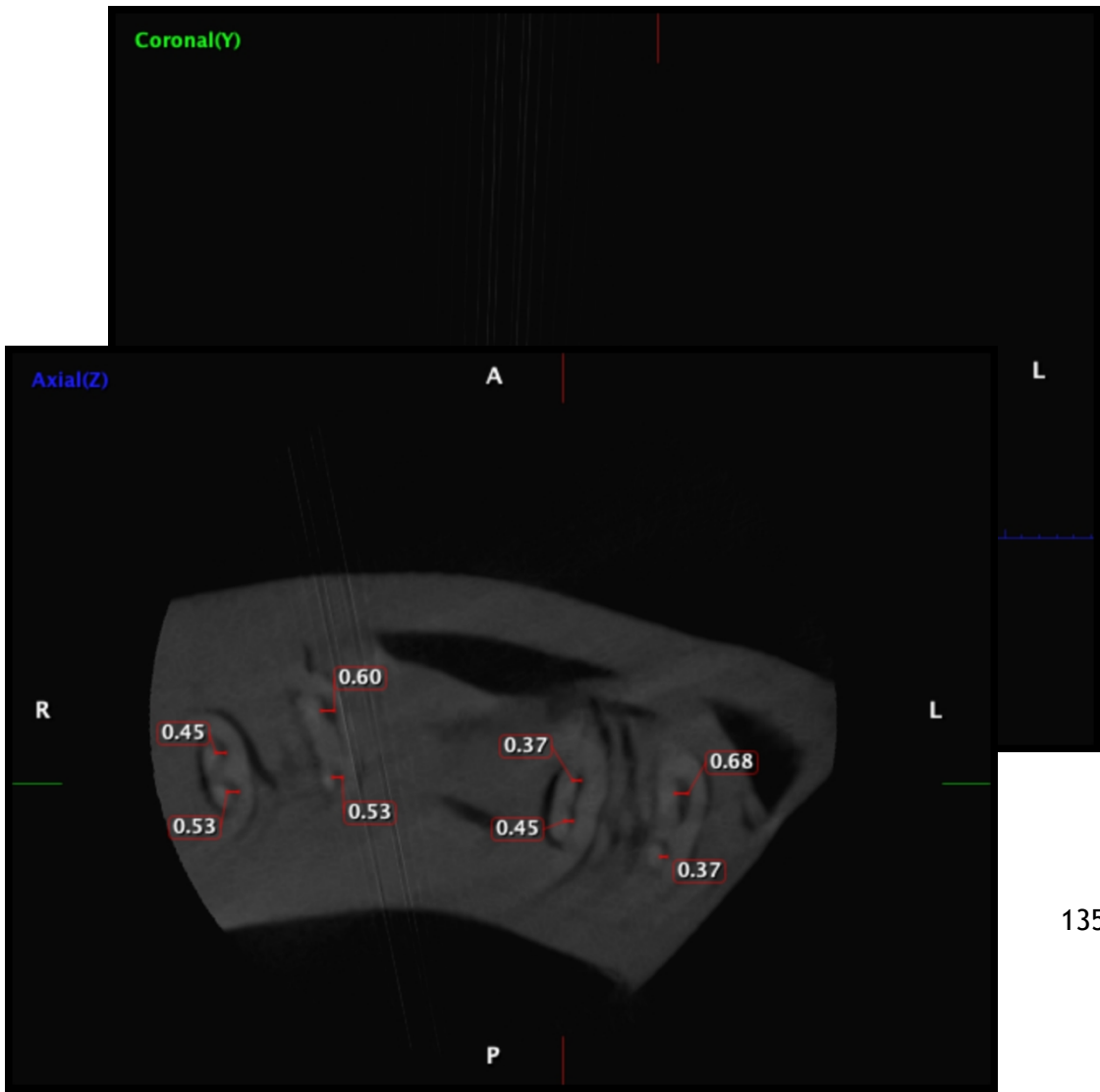
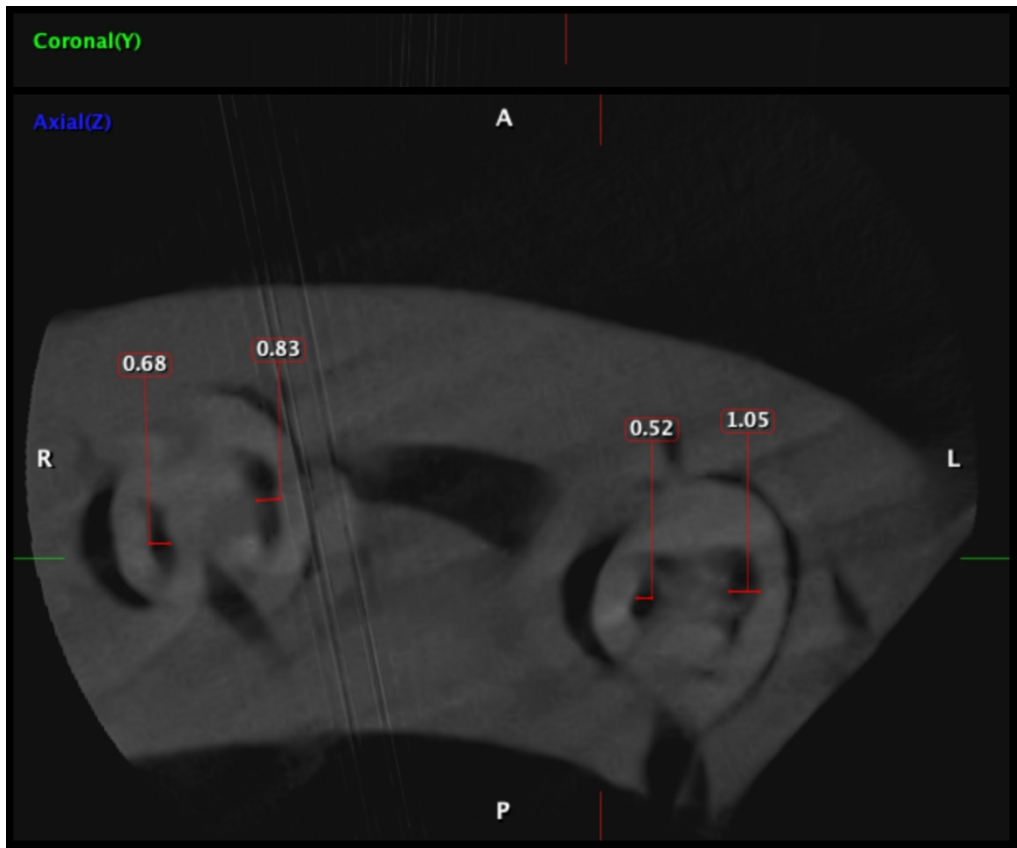


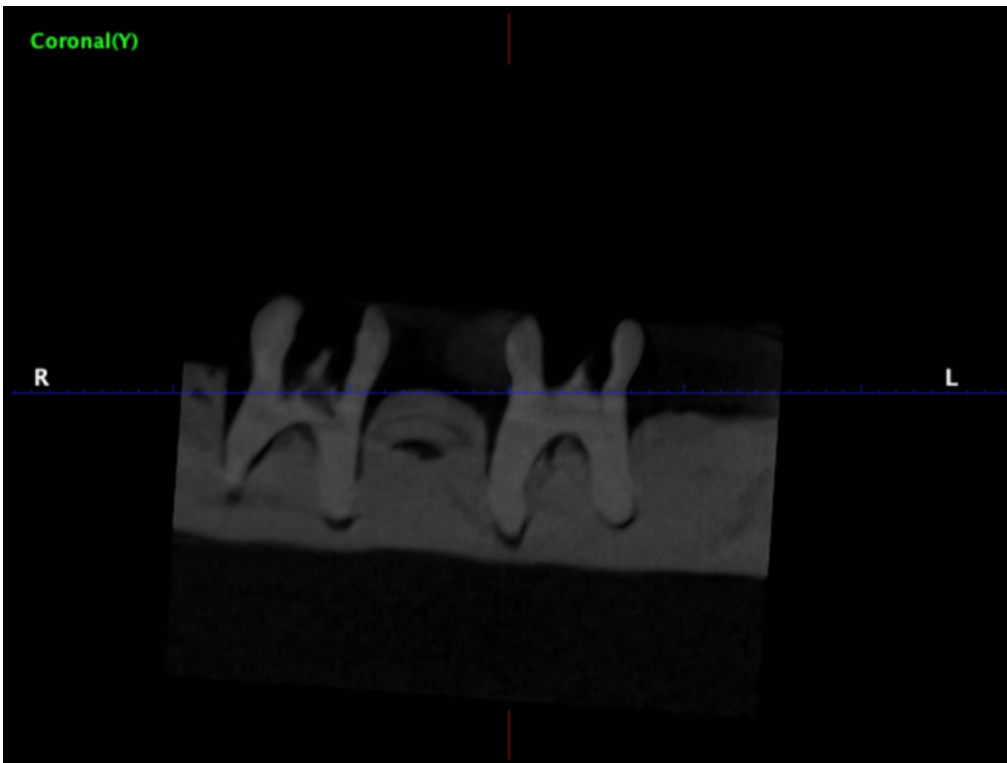
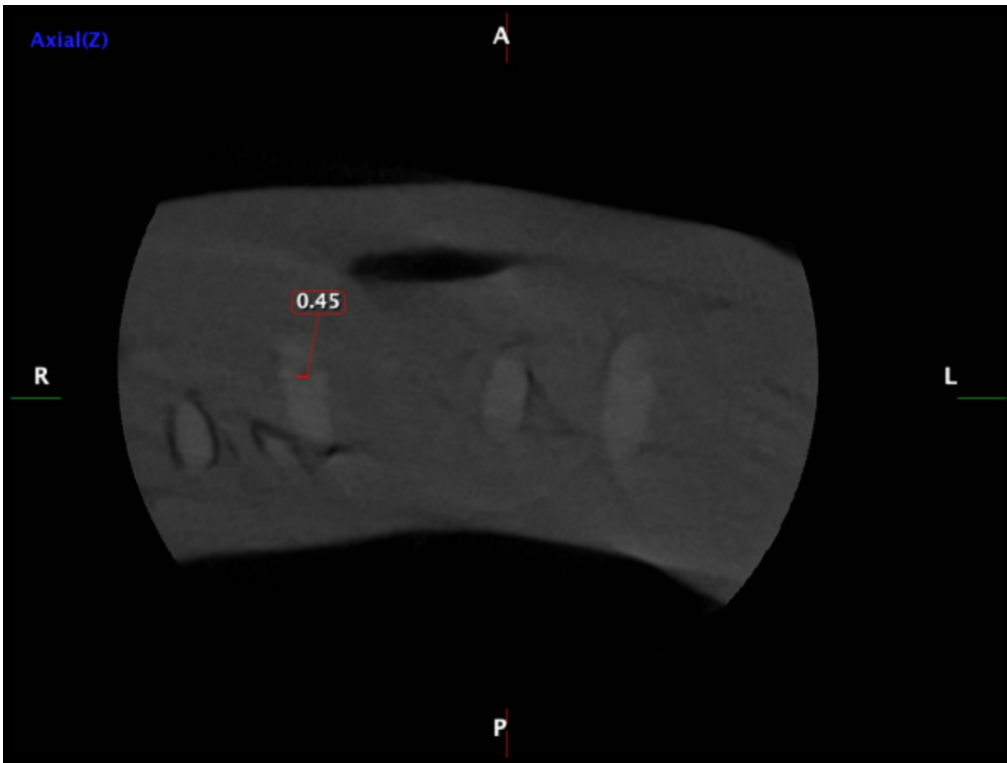
2.-

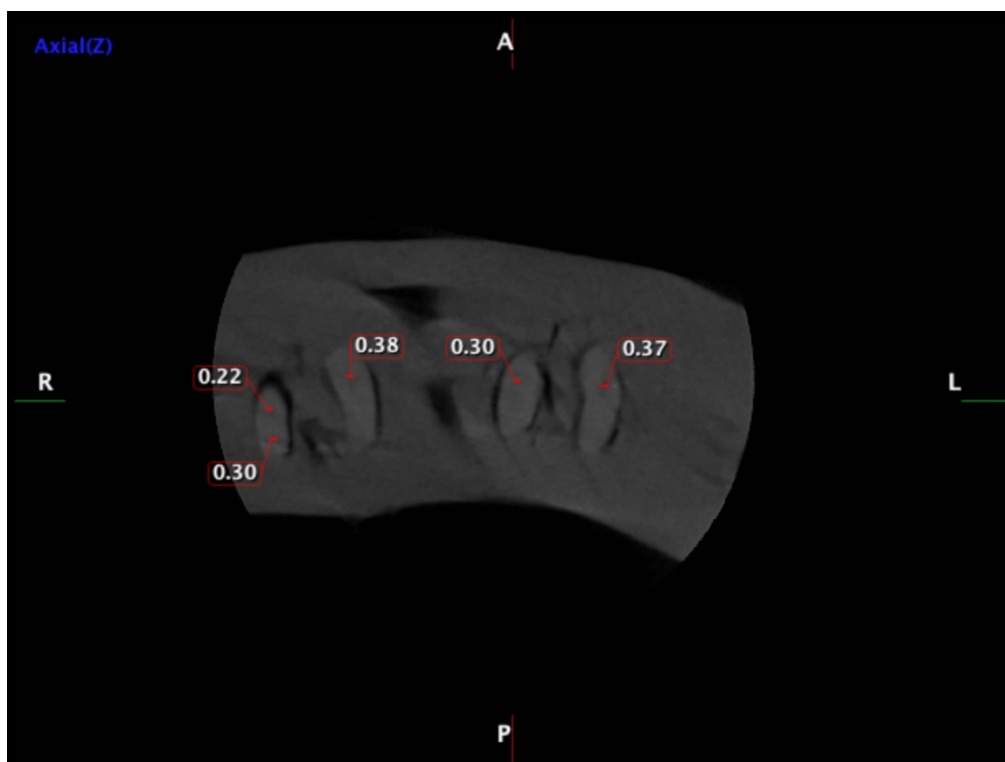
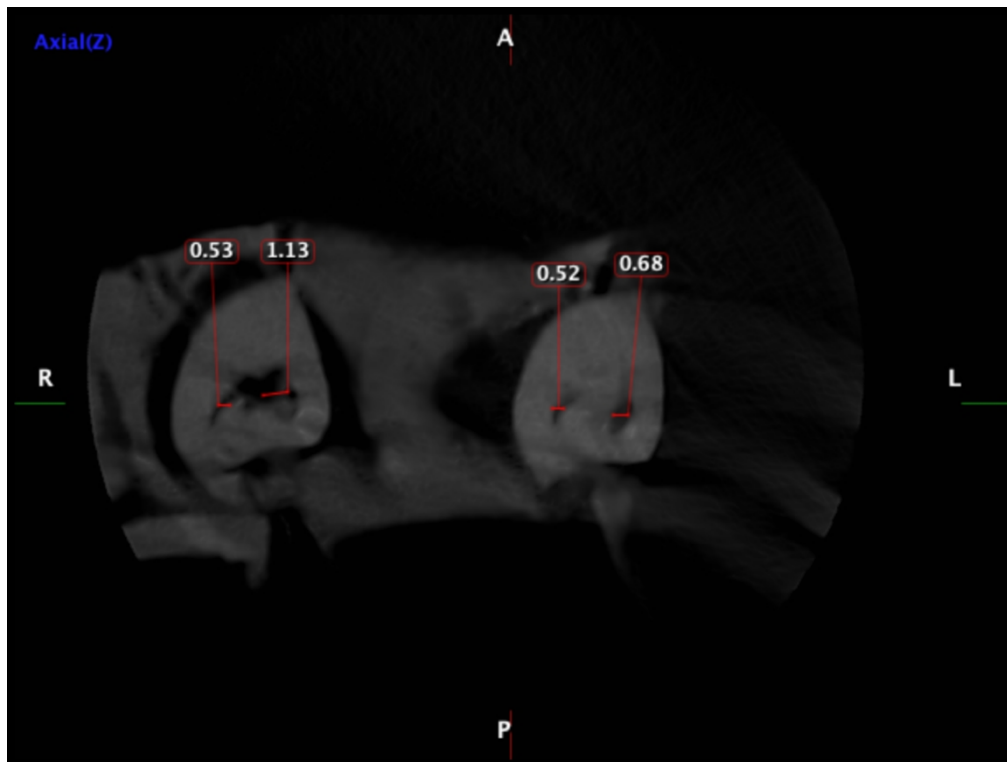


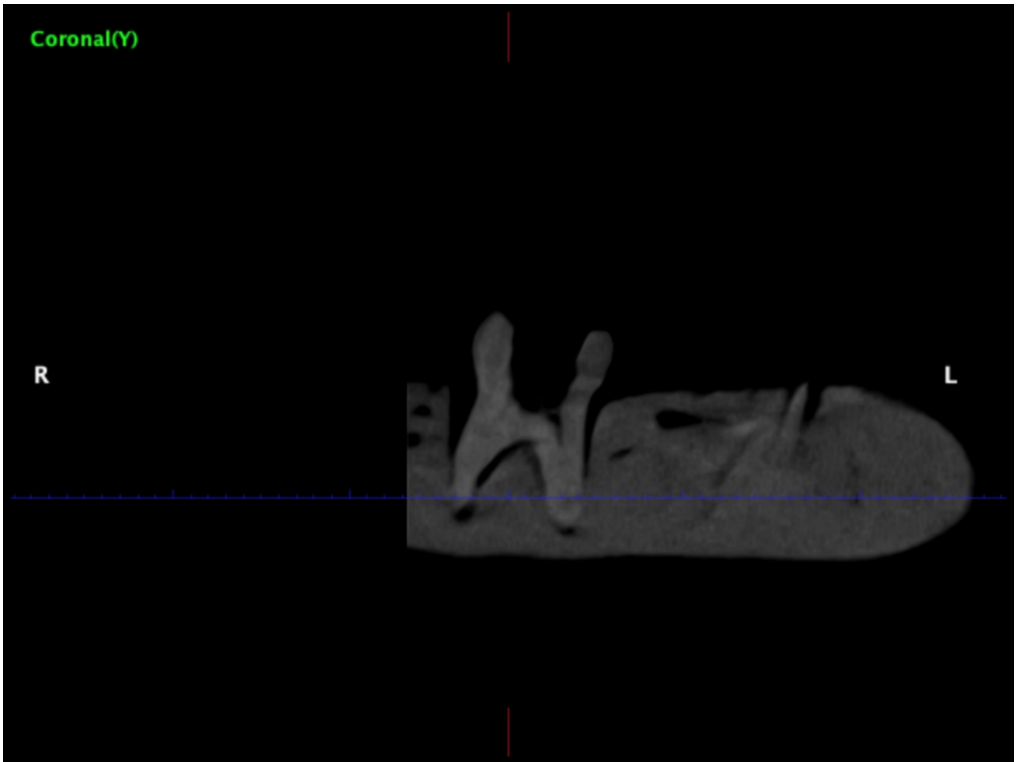
3) Cortes muestras de instrumentación rotatorias

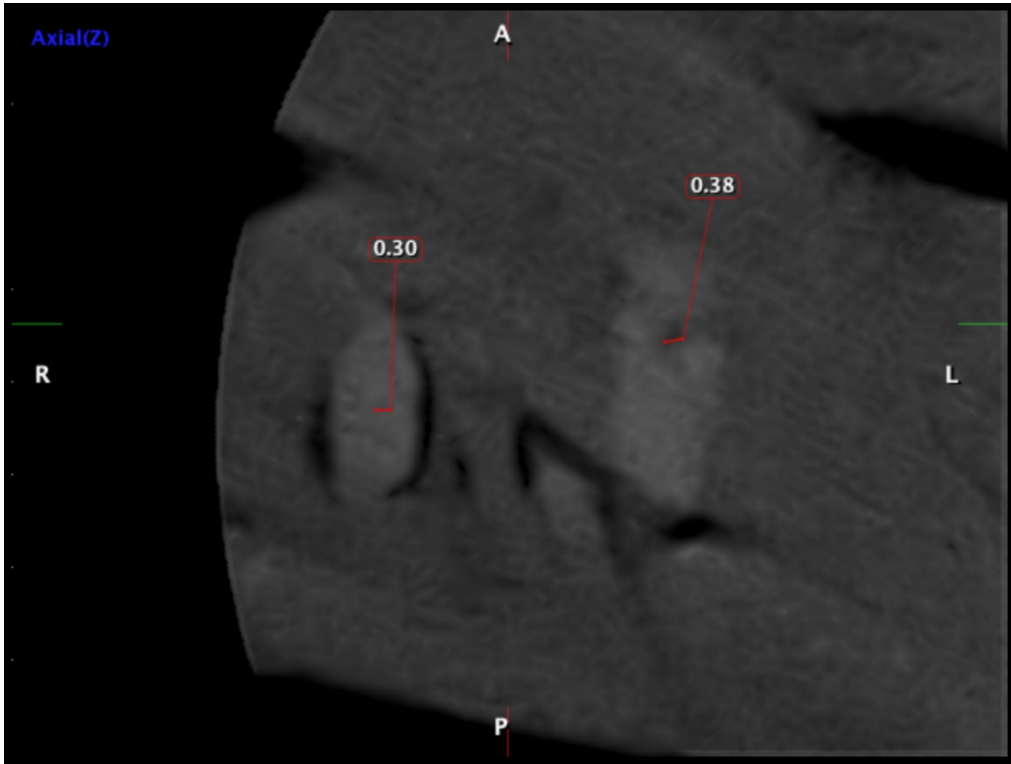


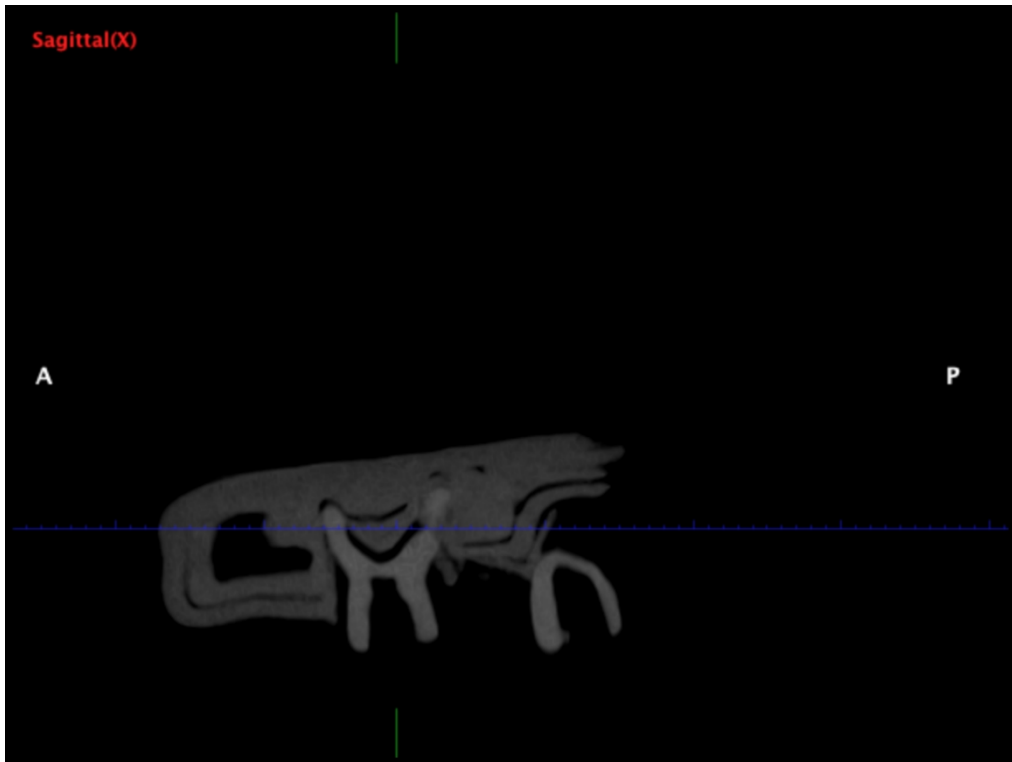
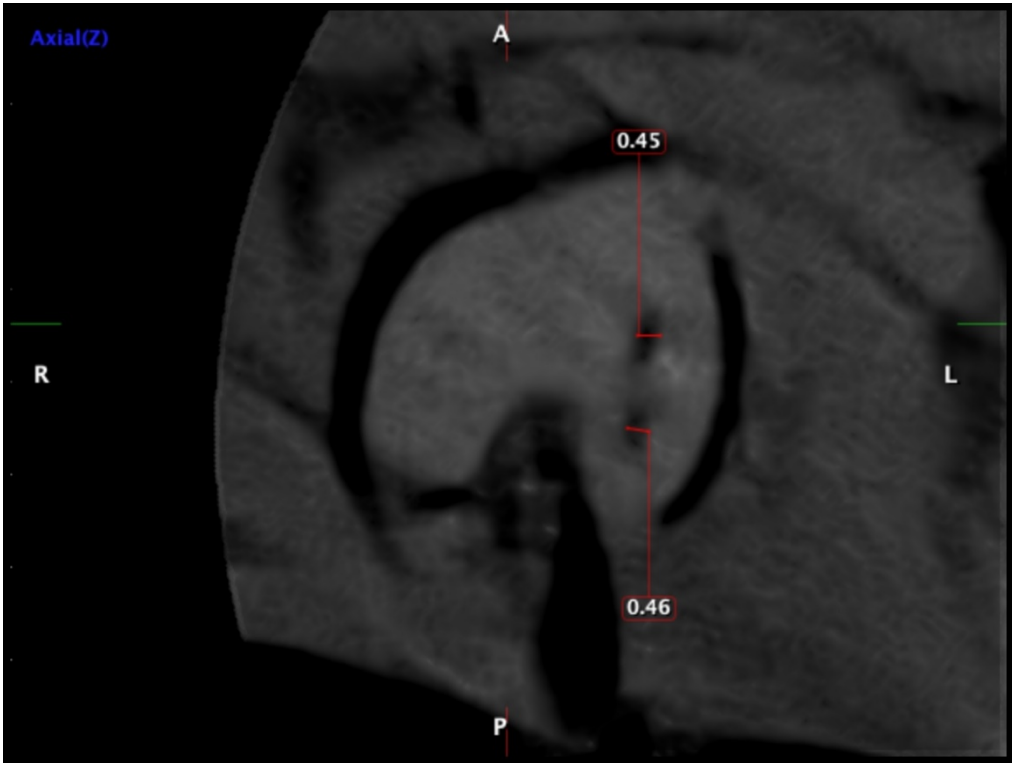


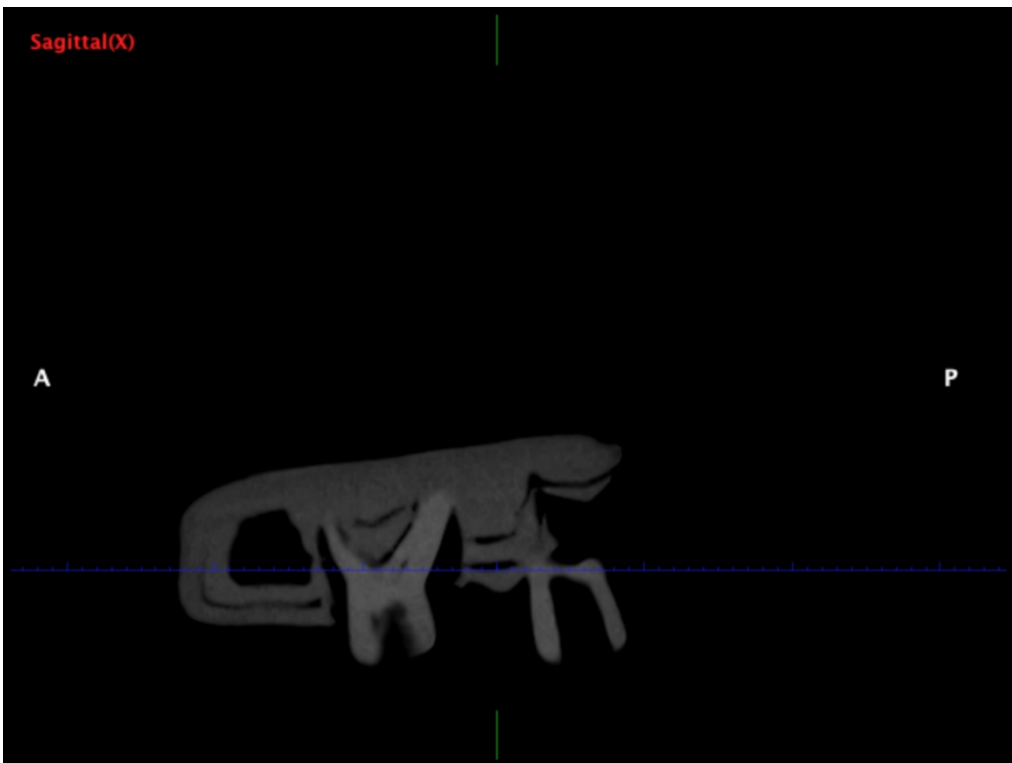
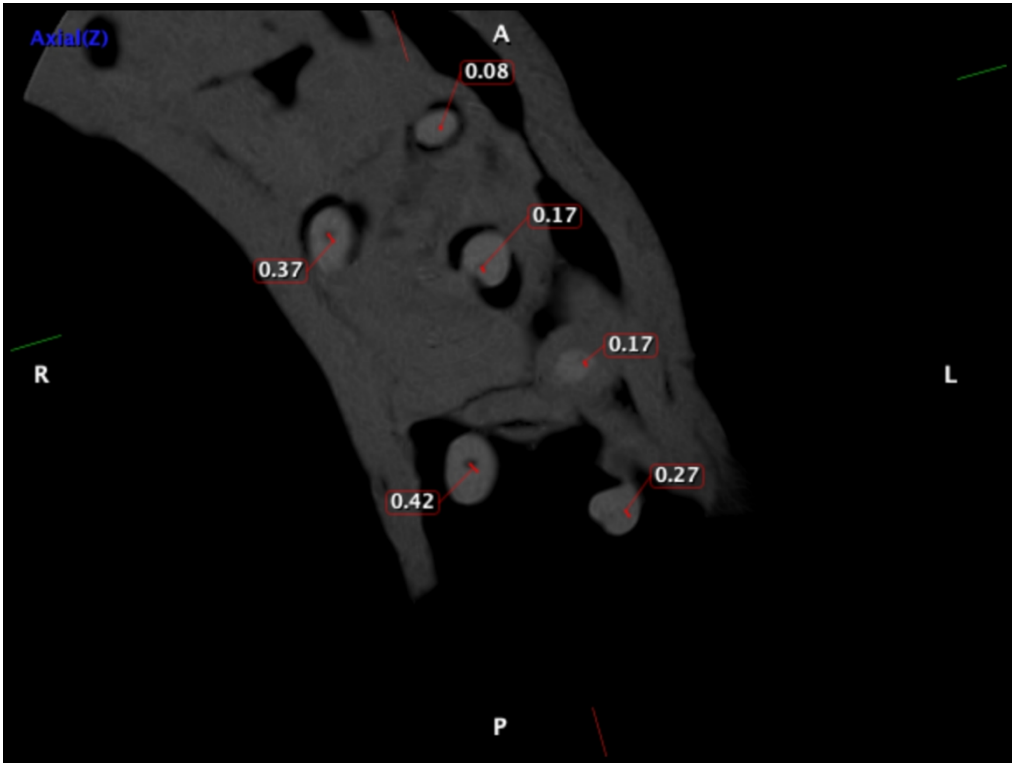


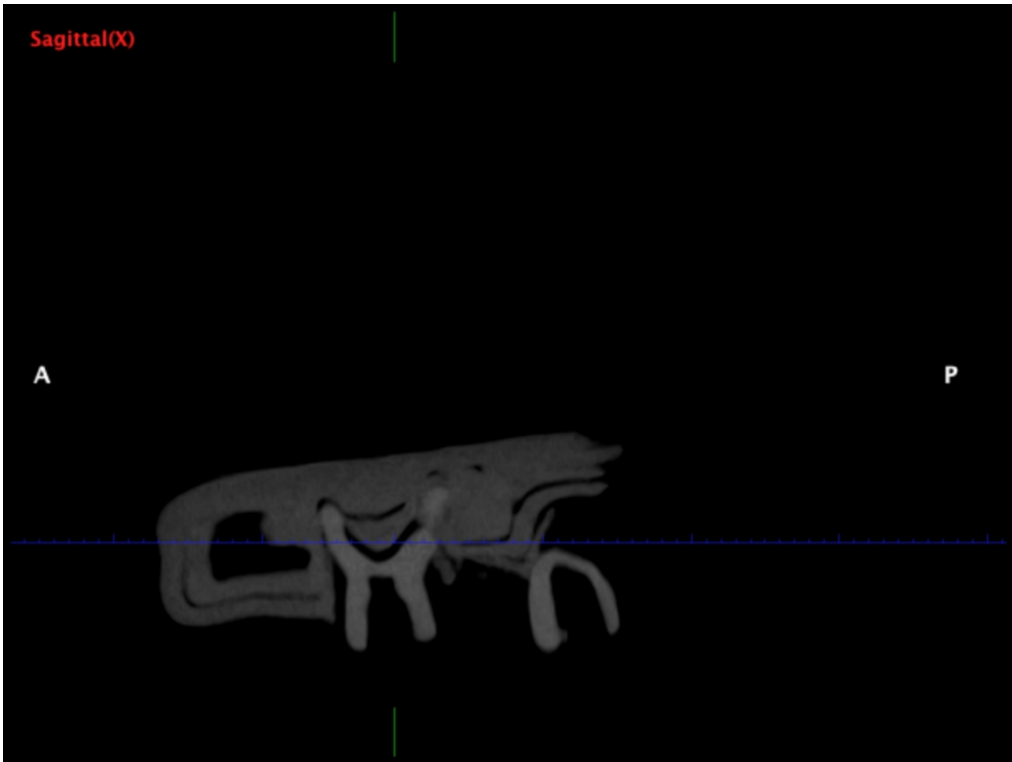
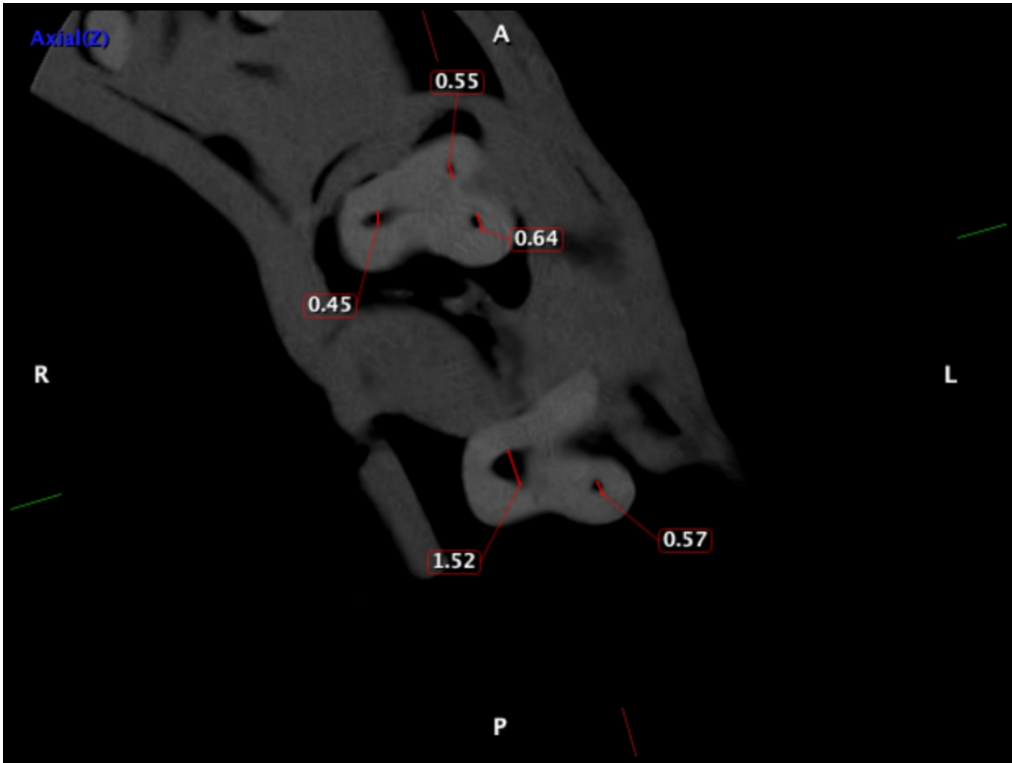


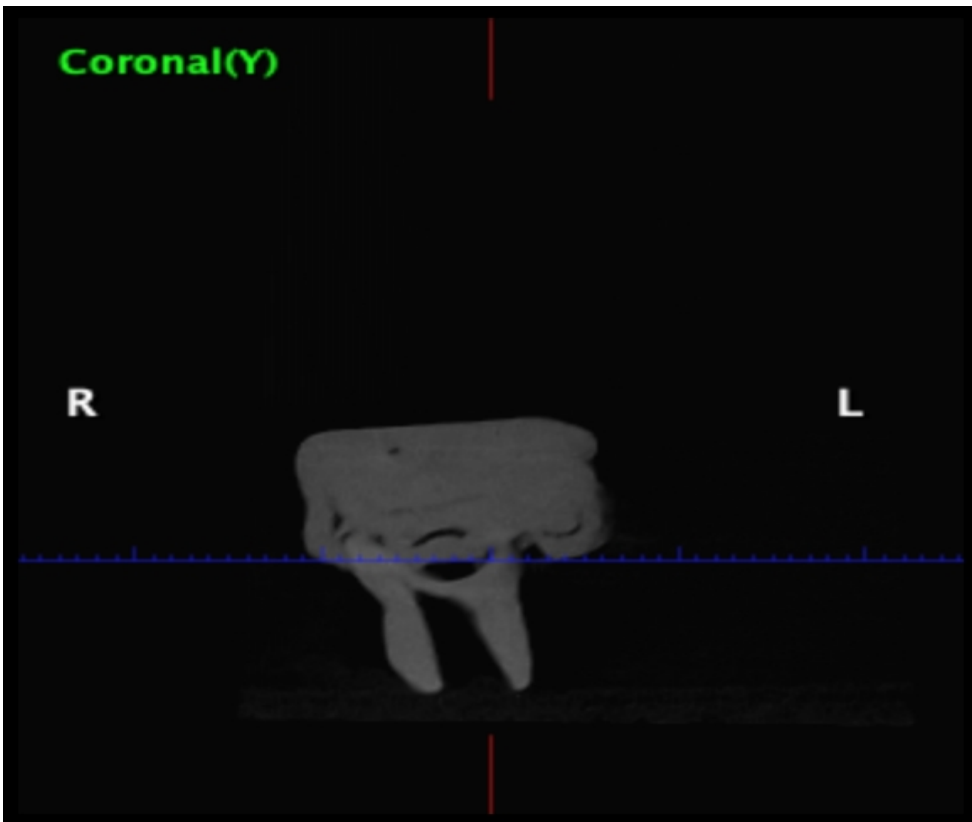
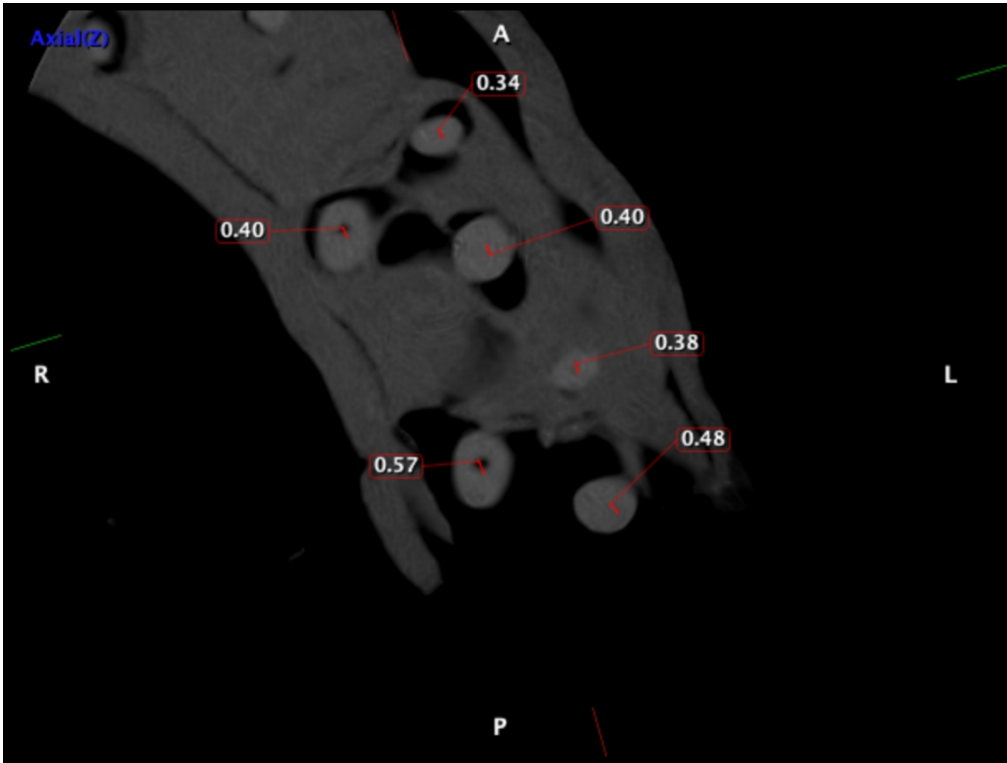


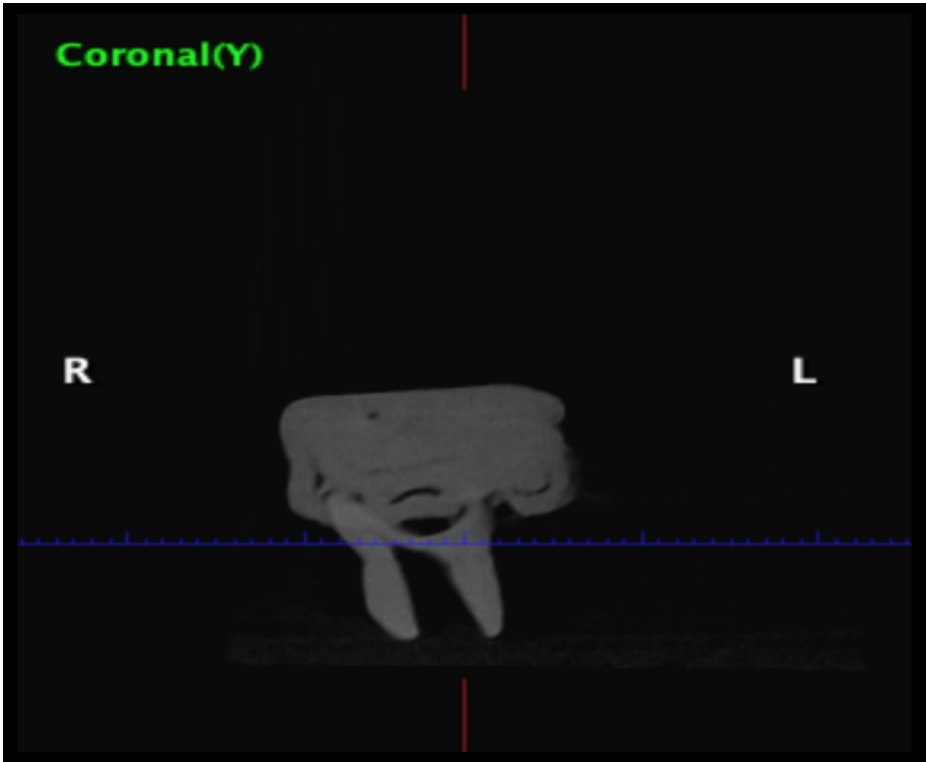
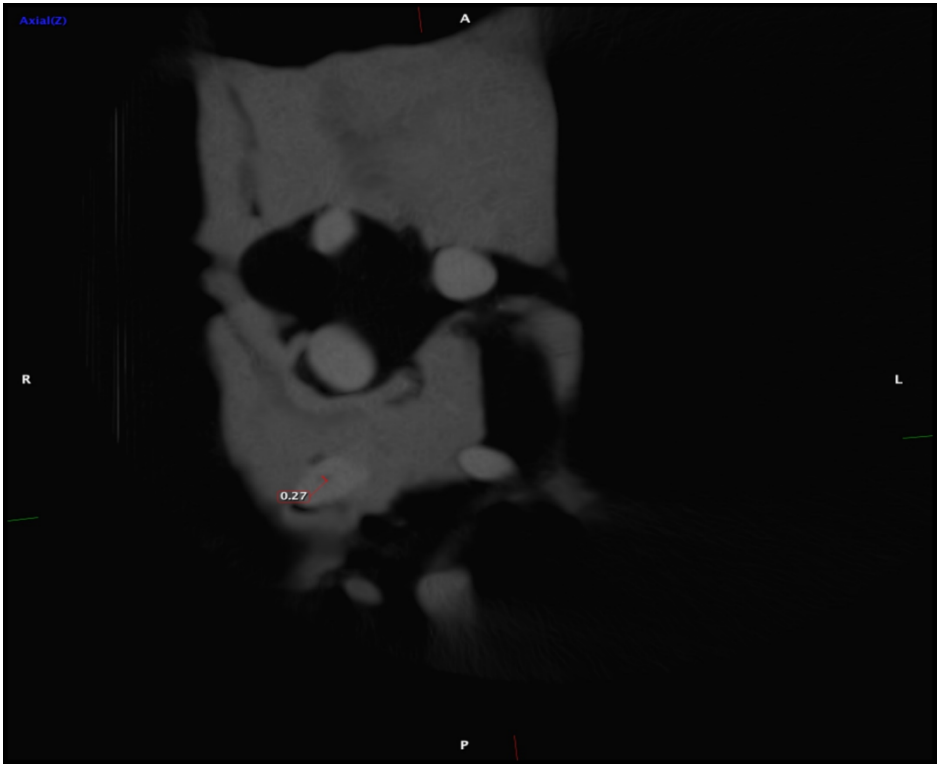


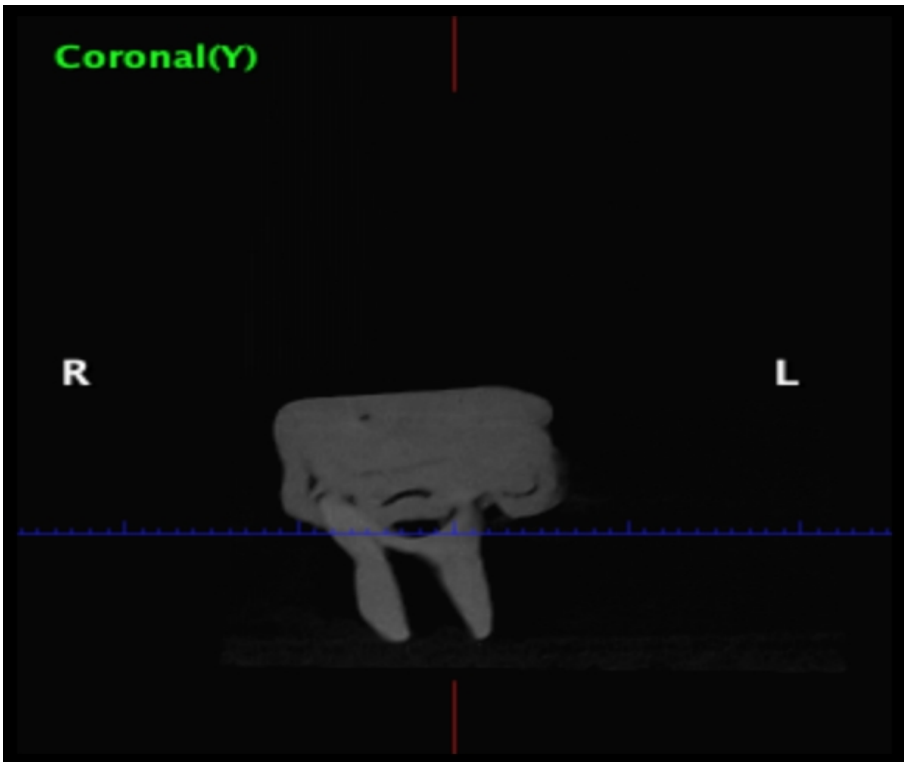
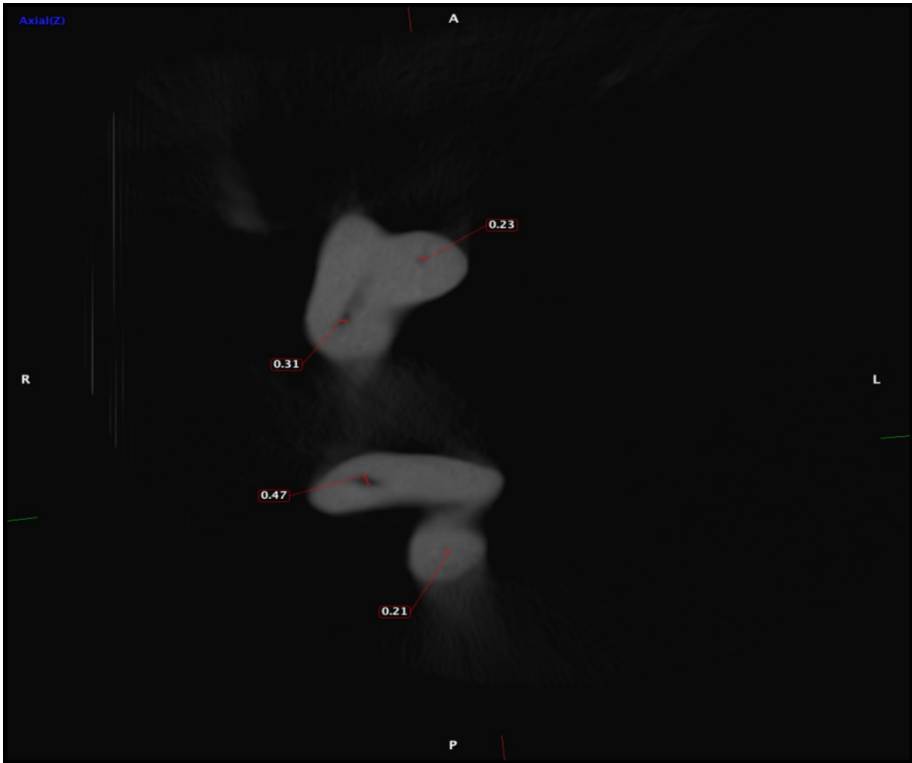


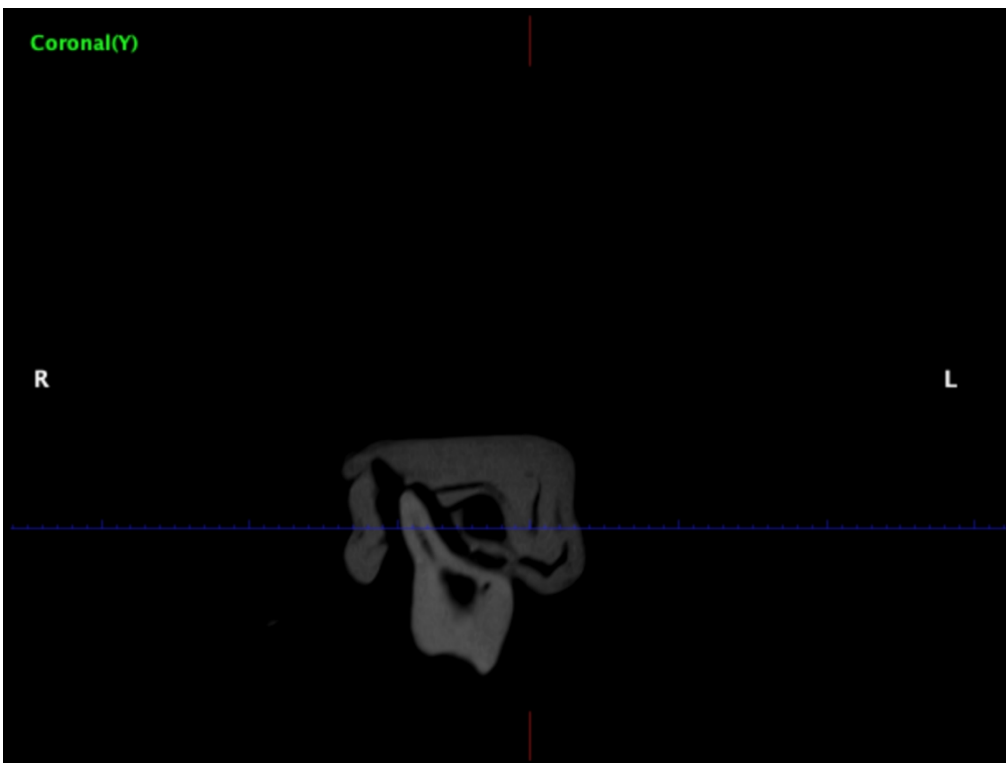


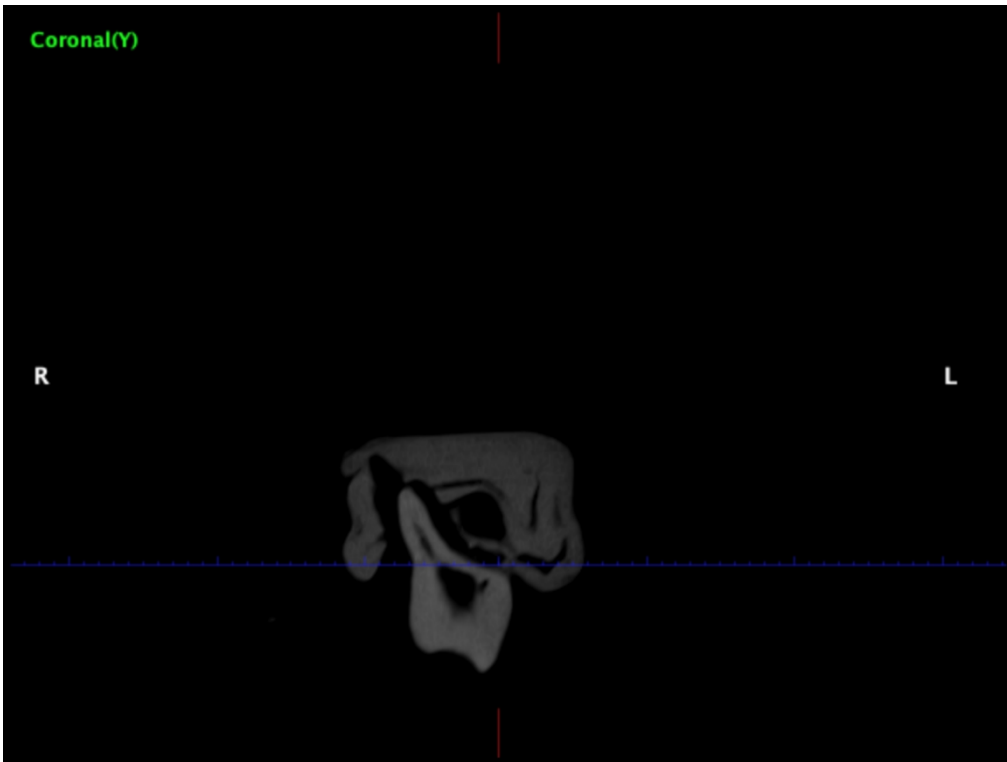
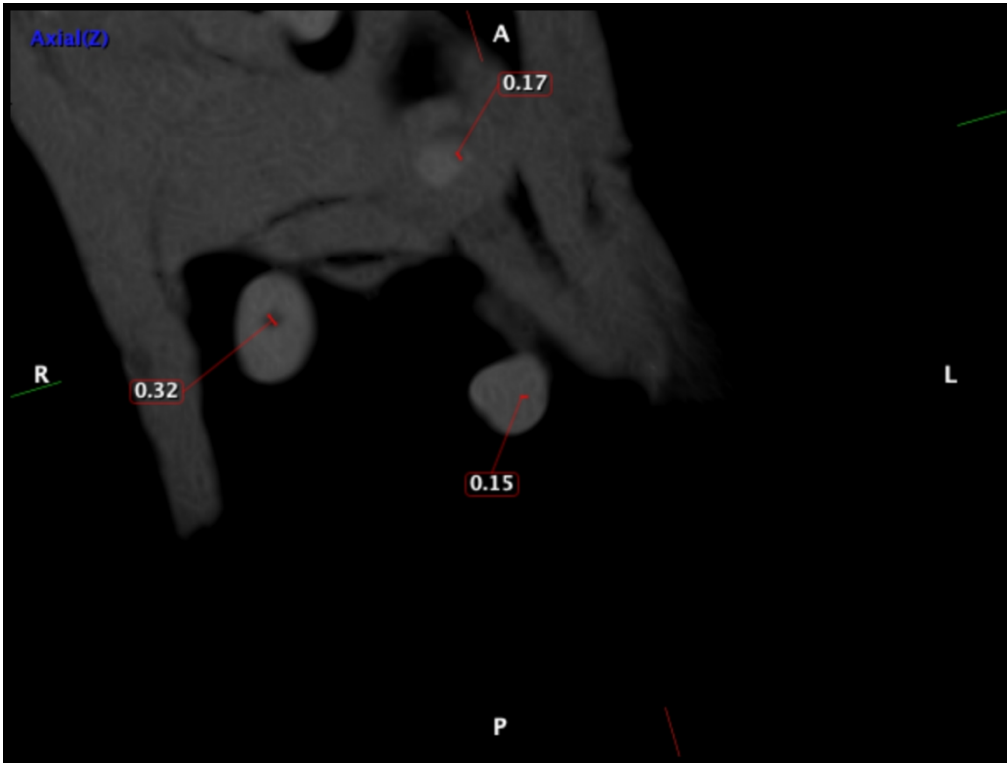


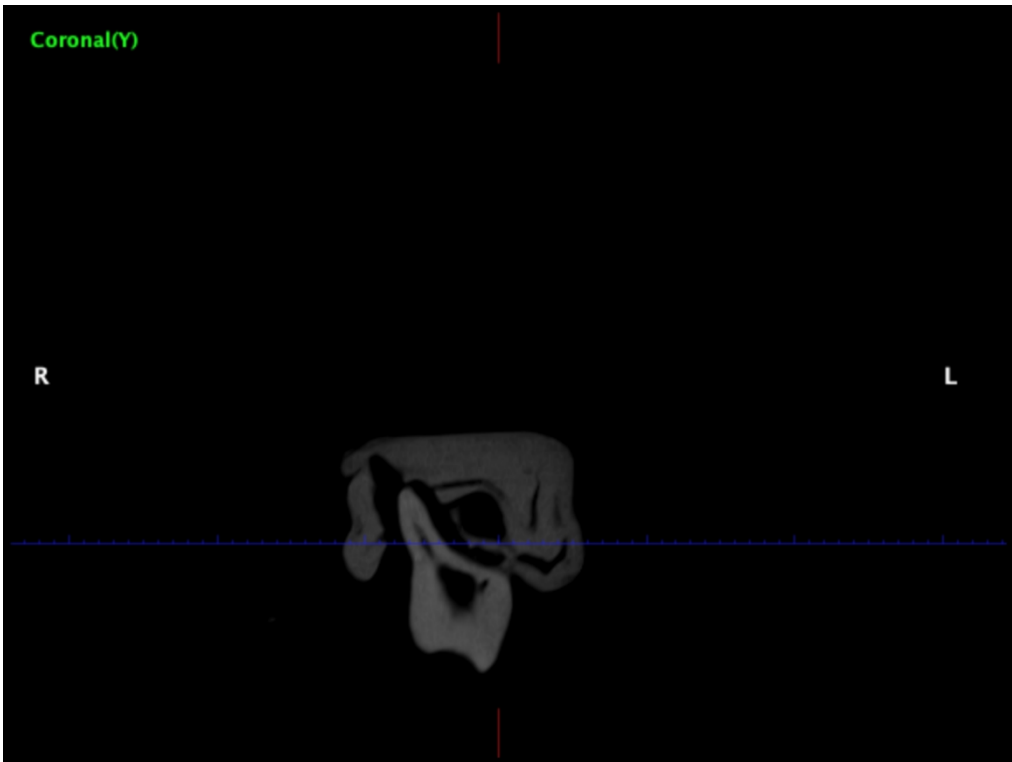
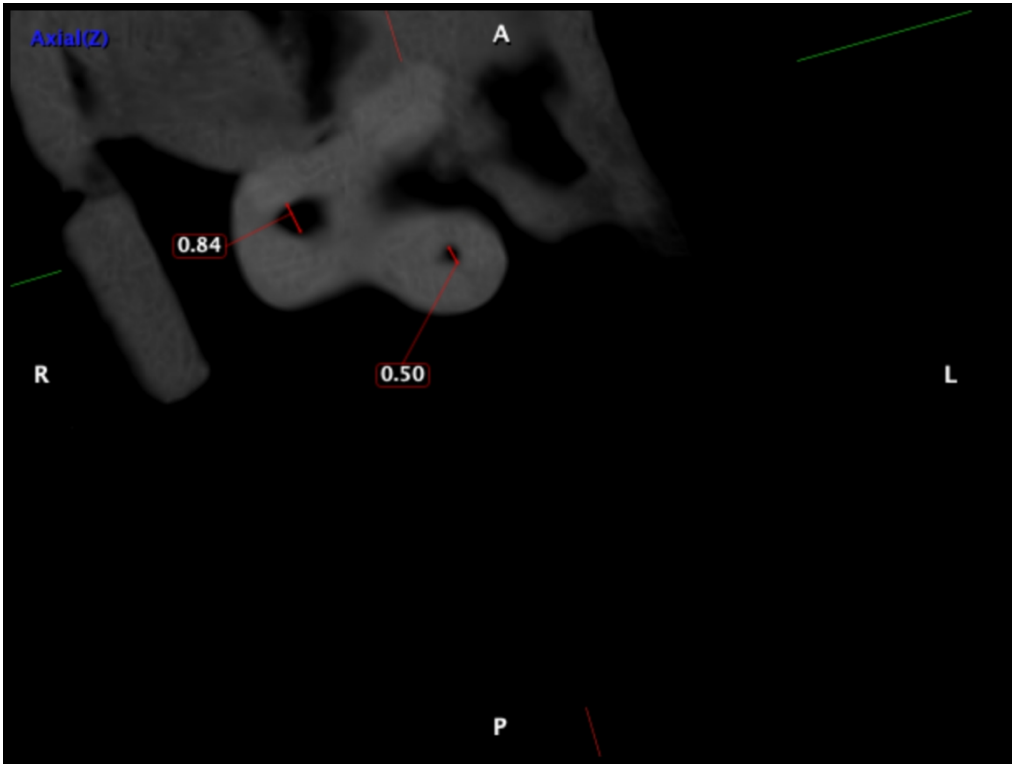


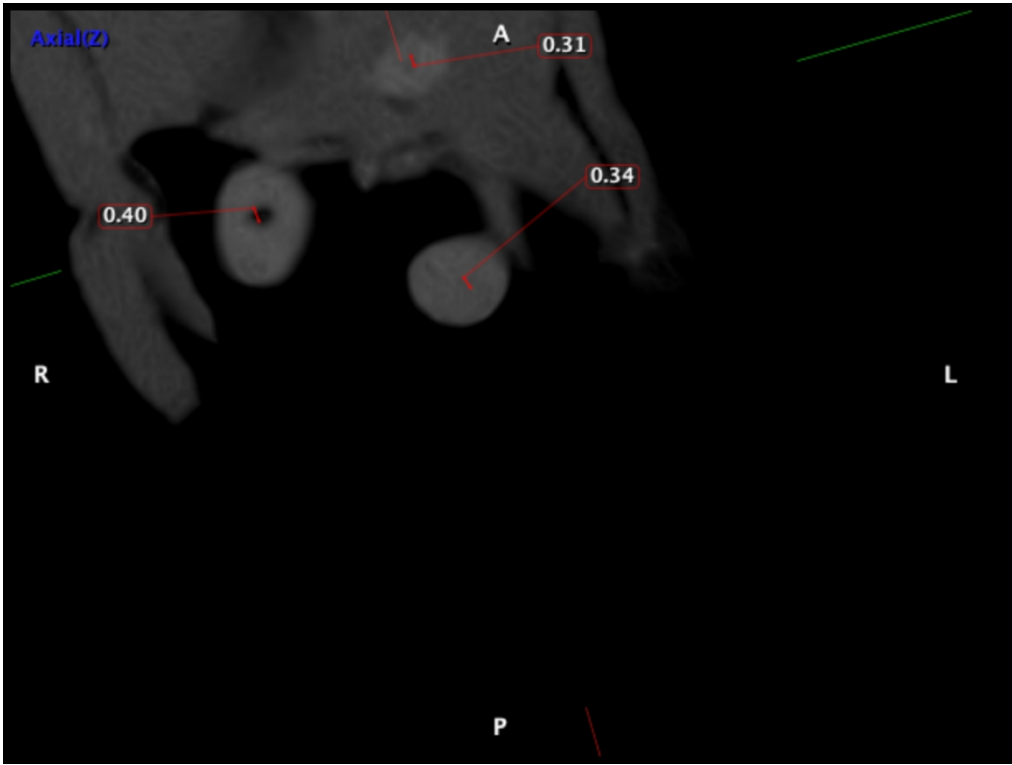












Para los Dientes de Leche



	Color	Tamaño de Punta	Conicidad (%)	Indicador de Conicidad	Sección transversal	Longitud (mm)	Velocidad/Torque Sugerido
E-FLEX MINI	●	17	8			10	300 rpm, 3 N·cm
	●	20	4			16	350 rpm 2.5 N·cm
	●	25	4				
	●	30	4				
	●	20	6				
	●	25	6				
	●	30	6				

E-FLEX MINI

• Protocolo de uso

