



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CONCORDANCIA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD RADICULAR EN DIENTES TEMPORALES ENTRE RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL Y LOCALIZADOR ELECTRÓNICO DE ÁPICE

Natalia Fortich Mesa

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina
Instituto de Investigaciones Clínicas
Bogotá D.C, Colombia
2013

Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice

Natalia Fortich Mesa

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Epidemiología Clínica

Director:
M.Sc. Edgar Cortés Reyes

Línea de Investigación:
Evaluación de tecnologías diagnósticas
Grupo de Investigación:
Grupo de evaluación de tecnologías y políticas en salud

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina
Instituto de Investigaciones Clínicas
Bogotá D.C., Colombia
2013

A Dios por darme la fortaleza para culminar con éxito este proyecto en mi vida

A mi esposo y mis hijos por acompañarme en este proceso de formación, y robarles parte de su tiempo.

Agradecimientos

Al Dr. Jorge Andrés Rubio Romero, por su valiosa colaboración y orientación durante la realización de este proyecto.

Al Dr. Edgar Cortes Reyes, por su apoyo y guía en la construcción de la presente investigación.

A mis compañeros docentes, estudiantes y pacientes de la Corporación Universitaria Rafael Núñez, por su incondicional ayuda durante la recolección de la información de los datos para poder culminar con éxito este proyecto.

Resumen

Objetivo: establecer el grado de concordancia existente entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice in vivo para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

Materiales y métodos: se realizó un estudio de pruebas diagnósticas, concordancia consistencia, se seleccionaron pacientes pediátricos diagnosticados con caries dental con cavidad extensa, y que requerían tratamiento de pulpectomía, a quienes se les determinó la longitud de trabajo, utilizando inicialmente el localizador electrónico de ápice Ipex® y posteriormente la radiografía convencional. La evaluación de la concordancia se realizó a través del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin, utilizando el paquete STATA™ para Windows.

Resultados: se evaluaron 72 conductos radiculares de 44 pacientes niños. La edad promedio de los pacientes fue de 6.5 ± 1.93 años, el 72,7% eran de género masculino, el promedio de la longitud radicular utilizando la radiografía convencional fue de: 13.3 ± 1.8 mm y con el localizador electrónico de ápice Ipex: 12.4 ± 2.05 mm. La concordancia global entre los métodos fue CCC de Lin 0.506 (IC 95 %: 0.349 - 0.663, $p = 0.000$).

Conclusiones: la concordancia encontrada entre los métodos estudiados fue pobre, resultados que impactan directamente en la práctica clínica, por lo que se concluye que aunque no hubo concordancia entre los métodos, estos no deben ser descartados y el localizador apical puede ser utilizado como una herramienta que complemente la radiografía convencional en la terapia endodóntica de dientes primarios.

Palabras clave: conductometría, dentición primaria, diagnóstico, reproducibilidad de resultados, radiografía dental.

Abstract

Objective: To establish the agreement between conventional radiography and electronic apex locator in determining the working length of root canals in primary teeth.

Materials and methods: A consistency diagnostic test study was performed. Pediatric patients diagnosed with extensive distinct cavity that required pulpectomy as treatment, were selected. The working lengths of the primary teeth root canals were determined with both electronic Ipex ® apex locator and conventional radiography. To determine the accuracy of the methods the Lins correlation coefficient (CCC) was used, using STATA™ for Windows.

Results: Seventy two canals were evaluated. The average age of patients was $6.5 \pm 1,93$ years and 72,7% of patients were males. The average of the canal length with conventional radiography was $13.3 \pm 1,8$ mm and with the electronic apex locator 12.4 ± 2.05 mm. The overall agreement between the measurements was Lins 0.506, (95 % CI: 0.349 - 0.663, $p = 0.000$).

Conclusions: agreement between the methods was poor, this result affects the clinical practice, even do there was no agreement between the methods, these should not be discarded, and the electronic apex locator is an instrument, which used with appropriate radiographs, allows for much greater accuracy of working length in pulp therapy of primary teeth.

Keywords: conductometry; Dentition, Primary; Diagnosis; Reproducibility of Results; Radiography, Dental.

Contenido

Resumen.....	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas.....	XIVV
Glosario de terminos	
¡Error! Marcador no definido.	
Inroducción	
167	
1. Planteamiento del Problema.....	19
2. Marco Teórico	22
2.1 Generalidades.....	22
2.2 Estado del Arte.....	24
2.3 Estudios de Pruebas diagnósticas	27
3. Materiales y Métodos.....	31
3.1 Tipo de estudio.....	31
3.2 Objetivos.....	31
3.2.1 Objetivo general.....	31
3.2.2 Objetivos específicos.....	31
3.3 Emplazamiento.....	31
3.4 Población.....	31
3.4.1 Población blanco.....	31
3.4.2 Población de estudio.....	32
3.5 Criterios de selección.....	32
3.5.1 Criterios de inclusión.....	32
3.5.2 Criterios de exclusión.....	32
3.6 Muestra y Muestreo.....	32
3.6.1 Tamaño de la muestra.....	32
3.6.2 Hipótesis.....	33
3.6.3 Muestreo.....	33
3.7 Variables.....	34
3.7.1 Definición de variables.....	34
3.8 Protocolo de investigación.....	35
3.8.1 Preparación del paciente.....	35
3.8.2 Preparación del equipo.....	35
3.9 Recolección y procesamiento de la información.....	37
3.9.1 Recolección de la información.....	37
3.9.2 Procesamiento de la información.....	37
3.10 Análisis estadístico.....	37
3.11 Consideraciones éticas y de propiedad intelectual.....	38
3.11.1 Propiedad intelectual.....	38

<u>4.</u>	Resultados	39
<u>5.</u>	Discusion.....	43
6.	Conclusiones.....	49
<u>A.</u>	<u>Anexo A. Formato de recoleccion de la información</u>	51
<u>B.</u>	<u>Anexo B. Consentimiento informado</u>	¡Error! Marcador no definido.
<u>Bibliografía</u>	57

Lista de figuras

	Pág.
<u>Figura 4-1. Flujoograma de pacientes en el estudio [1].....</u>	<u>39</u>
Figura 4-2. Estimación de longitud radicular en dientes temporales utilizando dos métodos: Radiografía convencional y localizador electrónico de ápice Ipex [2]...	41
Figura 4-3. Representación gráfica del coeficiente de correlación-concordancia de Lin (CCC) y límites de acuerdo al 95% entre localizador electrónico de ápice y radiografía convencional [3].....	42
Figura 4-4. Representación gráfica del coeficiente de correlación-concordancia de Lin (CCC) y límites de acuerdo al 95% entre localizador electrónico de ápice y radiografía convencional [4]	42

Lista de tablas

	Pág.
<u>Tabla 3-1. Operacionalización de variables[1].....</u>	<u>¡Error! Marcador no definido.34</u>
<u>Tabla 4-1: Distribución de la muestra según género [2].....</u>	<u>40</u>
<u>Tabla 4-2 Distribución por diagnostico dental y tipo de diente [3].....</u>	<u>40</u>
<u>Tabla 4-3. Valores comparativos de la longitud en mm del conducto radicular en dientes temporales, utilizando radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [4].....</u>	<u>41</u>
<u>Tabla 4-4. Correlación y Concordancia de Lin para radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [5].....</u>	<u>42</u>
<u>Tabla 4-5. Diferencia promedio y límites de acuerdo de Bland y Altman entre Radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [6].....</u>	<u>42</u>

Glosario de Términos

Concordancia: medida que evalúa si las diferentes técnicas producen resultados similares cuando se aplican al mismo sujeto y en forma simultánea. (1).

Confiabilidad: grado de estabilidad que tiene una medida que indica hasta qué punto se obtienen los mismos valores al efectuar la medición en más de una ocasión, bajo condiciones similares (2).

Consistencia: característica que compara los resultados de dos técnicas entre sí cuando no existe un patrón de oro reconocido y ninguna de las dos se asume como correcta (52). La consistencia de los resultados en la replicación de los estudios es un criterio importante en juicios de causalidad (3).

Conformidad: En los estudios en los que uno de los métodos o instrumentos nuevos se comparan frente al método que constituye el patrón de referencia o gold estándar (54).

Correlación: grado en el cual dos variables cuantitativas cambian simultáneamente (3).

Exactitud: grado en que una variable representa lo que intenta representar. Habilidad de una prueba diagnóstica de clasificar correctamente la presencia o ausencia de una enfermedad (52).

Precisión: grado en que una variable tiene valores similares cuando se mide varias veces. Ausencia de error aleatorio (3).

Reproducibilidad: indica hasta qué punto un instrumento proporciona resultados iguales o similares cuando se aplica a una misma persona en más de una ocasión, pero en idénticas condiciones cada vez que son realizadas (53).

Validez: expresión del grado en que una medición mide lo que pretende medir (1).

Introducción

A pesar del hincapié que los odontólogos han puesto en la prevención de las enfermedades orales, la prevalencia de caries dental sigue en aumento, y especialmente siguen ocurriendo pérdidas prematuras de dientes temporales y de dientes permanentes en pacientes jóvenes, puesto que no se ha conseguido eliminar ni la caries dental, ni los traumatismos dentales; es así como los procedimientos encargados de preservar los dientes temporales y permanentes jóvenes siguen siendo una parte integral de la Odontología.

Uno de los principales objetivos de la odontología pediátrica es la preservación del espacio en la arcada, pues una pérdida prematura de los dientes temporales puede provocar alteraciones de su longitud con la aparición de una migración mesial de los dientes permanentes; por lo tanto, siempre que sea posible, los dientes temporales deben conservarse en la arcada dental para recuperar su función.

Otros objetivos adicionales para la conservación de los dientes temporales son: fomentar la estética y la masticación, prevenir los hábitos linguales aberrantes, facilitar el lenguaje oral y prevenir los efectos psicológicos asociados a la pérdida de dientes.

El tratamiento pulpar con éxito de la dentición temporal exige conocer la morfología de la pulpa dental temporal, el proceso de formación de la raíz y los problemas especiales debido a la reabsorción de las raíces de los dientes temporales. Es así como cobra vital importancia la determinación de la longitud de trabajo en dientes temporales tratados endodónticamente con pulpectomía y se recomienda que si los signos de reabsorción son visibles radiográficamente, es aconsejable establecer la distancia de trabajo de los instrumentos en endodoncia de 2 a 3 mm menos del ápice radiológico, para evitar tomar decisiones arbitrarias acerca de la longitud real del canal radicular.

Se han reportado porcentajes de éxitos variables de pulpectomía en dientes temporales, que oscilan entre 75 – 95% (4); por lo general los factores para evaluar el éxito se basan en parámetros clínicos y radiográficos, teniendo en cuenta los materiales de obturación utilizados, sin evaluar el método utilizado para determinar la longitud radicular.

Otras técnicas para determinar la longitud radicular han sido evaluadas en dientes permanentes, como lo son los localizadores electrónicos de ápice, dispositivos que tienen como propósito, la ubicación exacta del ápice radicular de una manera más precisa y menos invasiva para el paciente. Cuando estos dispositivos son utilizados correctamente y se cuenta con la experiencia en su manejo, son considerados un método fiable para detectar la constricción apical. Sin embargo, la utilización de estos dispositivos en la dentición temporal es considerada poco fiable, debido a la reabsorción radicular que puedan presentar estos dientes. Por estas implicaciones clínicas, los estudios realizados para evaluar la efectividad de estos dispositivos en dientes temporales, han sido poco estudiados in vivo.

Uno de los principales medios diagnósticos en endodoncia ha sido la radiografía convencional. Sin embargo, desde hace algún tiempo, los localizadores electrónicos de ápice se han estado empleando, pues reducen el número de radiografías por paciente en un tratamiento, disminuyendo también algunas variables en la técnica radiográfica, la

angulación, la exposición y la distorsión de la imagen que podrían llevar a un error del clínico.

En la actualidad, los estudios sobre determinación de longitud radicular en dientes primarios se ven limitados en aplicabilidad clínica, dado que no han sido desarrollados en condiciones in vivo y sumado a esto, tampoco se conoce qué tan intercambiables sean los resultados de estudios in vitro, al evaluar la radiografía convencional y el localizador electrónico de ápice.

La presente investigación pretendió analizar el comportamiento de dos métodos para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales, aportando herramientas para facilitar los procedimientos clínicos y terapéuticos en el área de endodoncia, favoreciendo así a la comunidad científica y profesional. Se espera que a partir de los resultados encontrados, se puedan generar cambios en los protocolos clínicos y convertirse en soporte para los clínicos en Odontología para la toma de decisiones en la práctica clínica diaria y así mismo, abrir camino a otras investigaciones en ayudas diagnósticas en endodoncia.

El objetivo principal de la presente investigación fue establecer el grado de concordancia existente entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice, in vivo, para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

1. Planteamiento del problema

El principal objetivo de la terapia endodóntica es mantener la integridad y la salud de los dientes y de las estructuras de soporte; lograr mantener esta integridad y la función en la dentición temporal hasta la exfoliación fisiológica, constituye el principal objetivo de la odontología pediátrica.

La caries dental es considerada como el principal agente etiológico de la mayoría de afecciones en la cavidad oral en niños. A pesar de las mejorías reportadas en la salud oral en muchas partes del mundo, la caries dental sigue siendo un problema de salud pública para gran parte de la población mundial. Estudios recientes sobre salud oral demuestran las altas tasas de prevalencia de caries en dentición temporal; el 40% de los niños de cinco años de edad en Gran Bretaña tienen caries en sus dientes temporales (5), del 30% al 50% de los niños de cinco años en Zimbabwe, según su residencia (rural o urbana) (6), del 56% al 96% de los niños húngaros de cinco a seis años de edad, según su localización geográfica (7), el 81% en los de siete años de edad en la isla del Caribe de St. Vincent y Las Granadines (8) y el 50% de los de cinco a nueve años en los EE.UU (9). De los niños entre 3,5 a 4,5 años de edad en el Reino Unido, el 8% tiene caries que compromete la pulpa dental. En Escocia, esta cifra fue del 17%(10).

En Colombia las estadísticas de prevalencia de caries dental son similares a los datos reportados a nivel mundial; la prevalencia a nivel país fue del 54.8 %, en otras regiones del país para niños de 5 años la prevalencia de caries fue 56.3% (72) y en la Costa Atlántica, incluyendo a Cartagena, los datos fueron similares, reportándose una prevalencia del 55,6% (11). Díaz y Cols, encontraron una prevalencia de caries dental en Cartagena de 51 % (IC 95 %; 45-59), siendo mayor para los niños entre 8 y 9 años en un 32 % (p = 0.04) (73). Cuando la caries dental se diagnostica como una cavidad extensa que compromete la pulpa dental de los dientes temporales, los pacientes suelen referir dolor y presentar fístula, entre otros signos y síntomas, con lo que el tratamiento de elección en la mayoría de los casos, sería la exodoncia. Esta decisión va a depender del grado de compromiso en los tejidos periapicales: si se decide realizar la exodoncia de un diente temporal tempranamente, se presentarían graves consecuencias como la pérdida del espacio del diente permanente, lo que conllevaría a la inhibición o retraso en la erupción.

Por lo anterior, se hace necesario valorar la posibilidad de realizar el tratamiento de endodoncia o pulpectomía, procedimiento que está indicado en aquellos dientes que presentan signos y síntomas de inflamación crónica o necrosis pulpar; sin embargo, varios factores deben ser considerados antes de iniciar el tratamiento (12). Existen una gran cantidad de variaciones morfológicas en los conductos radiculares de los dientes primarios que hacen que la instrumentación mecánica y su posterior obturación sean un procedimiento difícil. El principal inconveniente para realizar este procedimiento en la dentición temporal radica en la anatomía irregular y en la gran cantidad de conductos accesorios que presentan los dientes deciduos (13). Además la ubicación exacta del ápice en los conductos de los dientes primarios, en particular los molares, es difícil de predecir debido al proceso de reabsorción que los dientes primarios sufren durante la erupción de sus sucesores permanentes (14). Para minimizar las lesiones periapicales y los posibles daños al germen del diente permanente, la longitud radicular debe

determinarse cuidadosamente sin sobrepasar los ápices de los dientes primarios al momento de la conductometría (15,16). Por lo tanto, la determinación de la longitud de las raíces es un factor crucial para el éxito del tratamiento endodóntico debido a la importancia de lograr la completa desinfección del canal sin dañar los tejidos periapicales (16).

La radiografía convencional y la sensación táctil han sido las técnicas tradicionalmente utilizadas para determinar la longitud de trabajo en dientes deciduos. Sin embargo tales métodos pueden llegar a suministrar información inexacta y poco confiable, en particular en los casos donde se haya iniciado la reabsorción radicular fisiológica (17). Aunque la radiografía es un método tradicional para obtener información sobre la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales, esta sólo proporciona una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, obteniendo resultados poco confiables y engañosos acerca de la anatomía real. La técnica convencional que se utiliza con la radiografía, ha sido la evaluación sobre la imagen radiográfica del diente con una lima introducida en el canal dentario hasta de 0.5 a 1.0 mm, antes del ápice radiográfico, medida que corresponde al ápice anatómico. Sin embargo esta medida no siempre coincide con la unión cemento-dentinal (18). Por otra parte, en la evaluación radiográfica de pequeñas áreas de reabsorción pueden ser difíciles de detectar los casos en que la reabsorción se produce en la cara vestibular o lingual de la raíz. De esta forma suelen ser indetectables radiográficamente, lo que aumenta las probabilidades de producir una sobre-instrumentación. Además, a menudo es difícil obtener un adecuado diagnóstico por medio de las radiografías intraorales, debido a la escasa cooperación y la limitación en la apertura bucal de los pacientes pediátricos.

Con el avance de la tecnología para el diagnóstico por imágenes en Odontología, en la década de los setentas aparece la digitalización de las radiografías, sistema que elimina la tarea del revelado y disminuye la exposición a la radiación del paciente, incorporándose así el uso de la radiografía digital como ayuda diagnóstica para determinar la longitud de trabajo en endodoncia, especialmente indicada porque permite la magnificación de la imagen por medio de un software especial.

Adicionalmente y con el advenimiento de las nuevas tecnologías en endodoncia y para contrarrestar las falencias de los demás métodos, surgen los localizadores electrónicos de ápice, dispositivos que ganaron popularidad en diversos estudios realizados en dientes permanentes y que reportaron datos sobre su precisión en este tipo de dientes mayores al 80% (19, 20, 21,22). Estos dispositivos permiten la localización del foramen mediante mediciones electrónicas, indicando una localización más exacta del foramen en comparación con el examen radiográfico y se han implementado en endodoncia desde la década de los 70's hasta la actualidad. Inicialmente surgieron los de primera generación que se fundamentaban en la teoría de la resistencia eléctrica, hasta los que se utilizan en la actualidad conocidos como de cuarta generación. Estos localizadores apicales trabajan de manera similar a los de tipo impedancia con dos frecuencias diferentes entre sí, para así utilizar una sola a la vez, aumentando la precisión de la medición. Dentro de estos se encuentra el localizador electrónico Ipex® (NSK, Tochigi, Japan), localizador apical de cuarta generación, que es capaz de detectar el límite entre el tejido pulpar y el periapical en canales secos y húmedos (74). Sin embargo no existen estudios que refieran cuál es la concordancia para este tipo de localizador en la determinación de la longitud de trabajo, ni el grado de concordancia existente entre este dispositivo y otros métodos convencionalmente utilizados como la radiografía periapical, especialmente en dientes primarios.

Varios estudios han evaluado la exactitud de los aparatos electrónicos (23,24,25,26) para la medición de la longitud de trabajo en los dientes permanentes, pero son pocos los que han reportado el uso de localizadores apicales en la determinación de trabajo de la dentición temporal in vivo, especialmente porque estas medidas de la longitud de trabajo parecen ser menos precisas cuando el foramen apical es inmaduro o grande, que es muy común en la dentición temporal o permanente de los dientes jóvenes.

Hasta el momento los únicos estudios reportados para determinar longitud radicular en dentición temporal utilizando localizadores electrónicos de ápice, son estudios realizados in vitro (27, 28, 29, 30,31). Sin embargo, no hay suficiente evidencia de que este tipo de estimaciones para determinar longitud de trabajo tengan realmente en cuenta todas las variables y condiciones reales a las que se enfrenta un profesional en la práctica diaria y mucho menos qué tan intercambiables sean los resultados que se han obtenido hasta el momento en estos estudios in vitro, comparados con los que se obtendrían al determinar la concordancia de estos dos métodos para determinar longitud radicular in vivo. Por lo tanto nace el siguiente interrogante: ¿Cuál es la concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice in vivo?

2.Marco Teórico:

2.1 Generalidades:

La endodoncia es la rama de la Odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y tratamiento de las alteraciones pulpares y sus repercusiones sobre los tejidos periapicales (31).

Los tratamientos endodónticos tienen como objetivo principal lograr una buena limpieza y preparación de los canales radiculares (32). Su éxito depende de la determinación precisa de la longitud del canal radicular para lograr una adecuada preparación biomecánica; esta medida se denomina conductometría, y se define como la distancia que existe entre un punto de referencia coronal y otro en el ápice radicular del diente, que habitualmente corresponde a la constricción apical (33). Si no se determina con exactitud la longitud de trabajo, el conducto no puede ser limpiado, preparado y obturado apropiadamente, creando una insuficiencia en la instrumentación y al momento de obturar el canal radicular se puede presentar una sobre obturación (paso de gutapercha más allá de la constricción apical) o una subobturación (obturación que no alcanza a llegar a la constricción apical). La medición radiográfica es el método tradicional, pero es difícil de lograr, debido a que la unión cemento-dentina, la porción más apical del canal dentinal, no se puede determinar a partir de una radiografía (21) pues la unión cemento dentina puede variar en relación con el foramen mayor. También pueden existir variaciones en la técnica radiográfica, la angulación, la exposición y la distorsión de la imagen que podrían llevar a un error del clínico (35).

Los localizadores electrónicos de ápice tienen como propósito, la ubicación exacta del ápice radicular de la manera más precisa y menos invasiva para el paciente (36). Cuando estos dispositivos son utilizados correctamente y se cuenta con la experiencia en su manejo, son un método fiable en la actualidad para detectar la constricción apical. Los localizadores apicales basan sus mediciones, en la diferencia que existe entre la carga eléctrica de los tejidos del ligamento periodontal y cualquier otro punto del interior del conducto, lo cual es conocido como impedancia. Estos aparatos, reducen el número de radiografías por paciente en un tratamiento (4), sin llegar a eliminar por completo su utilización, disminuyen el tiempo de trabajo operatorio, lo cual es especialmente indicado cuando se trabaja con niños, que requieren un tiempo de atención mucho menor al de un adulto. Se debe tener en cuenta que durante la determinación radiográfica de la longitud del canal radicular se pueden obtener resultados poco confiables, particularmente en los casos en que está presente la reabsorción fisiológica. Además, a menudo es difícil tomar una radiografía de diagnóstico en los niños debido a la escasa cooperación y el acceso limitado (37).

Sin embargo, cuando se realiza endodoncia en dientes temporales, la determinación de la longitud de trabajo, pierde importancia. De acuerdo con las guías de práctica clínica de las academias de Pediatría, del Reino Unido y de los Estados Unidos (13, 17, 38, 39), se indica que la técnica para establecer la longitud de trabajo es mediante la medición de una radiografía tomada con una técnica paralela, con una lima introducida dentro del conducto hasta que el operador sienta táctilmente la constricción apical. Para prevenir una sobre instrumentación, es aconsejable acortar la longitud de trabajo unos 2-3 mm

con respecto a la longitud de la radiografía, en especial en dientes con signos de reabsorción radicular apical.

Diversos han sido los estudios realizados a través de investigaciones científicas por tratar de hallar una técnica científicamente confiable que permita establecer cuál es el mejor método para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios.

2.2 Estado del Arte.

Autores como Cohen (4), sugieren que la utilización de localizadores apicales en dientes primarios puede resultar poco fiable, puesto que la reabsorción radicular puede crear aberturas laterales en los tejidos periodontales a cualquier nivel alterando la medición.

Inicialmente los primeros estudios realizados en el 2002, por Goldberg y Cols (40), tenían como propósito evaluar la exactitud para determinar la localización del ápice radicular utilizando el localizador apical root ZX en dientes con reabsorción radicular apical simulada; cuando la constricción apical se destruye como consecuencia de la reabsorción apical de la raíz, es muy difícil determinar la longitud de trabajo solo por métodos radiográficos. En este estudio, las lecturas electrónicas obtenidos con Root ZX mostraron una precisión de 62,7%, 94,0%, y 100,0% a menos de 0,5 mm, 1 mm y 1,5 mm, respectivamente, comparadas con las mediciones visuales directas.

Más adelante Ebrahim y Cols (41), intentaron evaluar la precisión de cuatro localizadores apicales en dientes con diferentes diámetros apicales, pensando que el diámetro de la región apical podría interferir en la precisión de la determinación de la longitud radicular; confirmaron que los cuatros dispositivos no arrojaban mediciones fiables en sus resultados, sobre todo en canales con diámetros amplios cuando se utilizaban limas de menor calibre.

Todos estos estudios comenzaron a dar indicios sobre la necesidad de analizar la precisión de estos dispositivos electrónicos en dientes primarios. En el año 2008, Tosun y Cols, iniciaron estudios de laboratorio para evaluar la exactitud del Root ZX (J Morita Corp., Kyoto, Japón) y Tri Auto ZX (J Morita Corp.), dispositivos electrónicos para medir la longitud del conducto radicular en dentición primaria, en dientes con y sin reabsorción radicular: fueron estudiados 34 molares temporales extraídos con reabsorción y 19 dientes sin reabsorción. Después de realizada la apertura, se determinó la longitud de trabajo y encontraron que la presencia de reabsorción afectaba el rendimiento de los dispositivos Tri Auto ZX, más no la del root ZX, donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dientes con y sin reabsorción radicular (41).

Así mismo en Brasil, Leonardo y Cols, evaluaron la exactitud ex vivo de dos localizadores electrónicos de ápice durante la determinación de la longitud del conducto radicular en incisivos y molares temporales con diversos grados de reabsorción radicular fisiológica, y encontraron que tanto el root ZX II como el mini apex demostraron ser útiles y precisos para determinar la ubicación ápice durante la medición de la longitud del conducto radicular en incisivos y molares temporales; al realizar la comparación de la longitud del conducto radicular real y la longitud del conducto radicular mediante las mediciones electrónicas, se reveló una alta correlación (ICC 0,99), independientemente del tipo de

diente (uniradicular o multiradicular) o la presencia / ausencia de reabsorción radicular fisiológica (42).

Sin embargo autores como Haluk y Bodur, recomiendan el uso de los localizadores apicales de doble frecuencia en tratamientos de conducto en dientes temporales con y sin reabsorción radicular, sólo si la medición eléctrica de la longitud del conducto radicular se acompaña de otras medidas de diagnóstico como la radiografía o la radiografía digital (44).

Estudios realizados en el 2009 (45), evaluaron si la reabsorción radicular de molares temporales afecta la exactitud del localizador *root ZX* al compararlo con la medición obtenida directamente del conducto radicular, encontraron una precisión del 96,7% para el *root ZX* con $\pm 0,5$ mm de la constricción apical, en comparación con la longitud real del canal de los molares primarios con reabsorción radicular. La precisión entre los métodos se calculó con la diferencia entre el promedio de la medición obtenida con el *Root ZX* y el promedio de la medida de la longitud real del conducto.

Todavía existen autores que reportan el uso de medidas táctiles para determinar la longitud radicular en dientes temporales, como ElAyouti y Cols, quienes presentan un método táctil para la determinación de la longitud de trabajo en dientes con ápices abiertos para determinar su precisión y repetitividad, encontrando que tanto la repetitividad y la concordancia entre los operadores con el método táctil proporcionan una medida precisa de la longitud del canal en los dientes con ápices abiertos (37).

Así mismo existen estudios donde al evaluar la exactitud en la determinación de las longitudes de trabajo de dientes incisivos primarios utilizando radiografía digital y convencional y al compararla con la longitud real del diente, no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,85$) entre la longitud del diente estimada por medio de las radiografías digitales y convencionales. Admitiendo como clínicamente aceptable una diferencia de 0,5 mm entre las longitudes del diente real y la longitud estimada radiográficamente, el 60% de las mediciones radiográficas fueron considerados como exactas (45).

Estudios realizados en el año 2010 (17), cotejan varios métodos para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales: inicialmente se realizó una comparación entre sensación táctil, localizador electrónico de ápice, radiografía convencional y digital, y se comparó con mediciones reales del diente utilizando magnificación con stereomicroscopio. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas. En otro estudio (46) evaluaron en laboratorio los resultados de cinco métodos para la determinación longitud del conducto radicular en dientes anteriores primarios. Un solo operador determinó la longitud del canal radicular utilizando técnica táctil, la radiografía convencional (RAD), táctil y la radiografía convencional (T + RAD), radiografía digital (RDIG) y *Root ZX* localizador electrónica ápice (EAL) y se compararon con la longitud real (AL) de dientes, que se determinó visualmente utilizando una lima K tomando la medida de la distancia entre el punto de referencia en la corona y el foramen apical o reabsorción apical. Encontraron que el método más preciso y aceptable fue el localizador electrónico apical, seguidos de la técnica táctil y radiografía convencional.

Ibarrola y Cols, reportan que existen dos tipos de estudios in vivo para evaluar la precisión de los localizadores electrónicos de ápice en la determinación de la longitud de

trabajo: aquellos que utilizan la metodología de simular lo que sucederá en la situación clínica (cuando la lima se coloca utilizando la longitud de trabajo arrojada por el dispositivo electrónico y luego es cementada, después de lo cual se extrae el diente y se observan con un stereomicroscopio para así poder compararlo con la longitud real) y los estudios in vivo más representativos en la determinación de la longitud radicular, (que son aquellos que utilizan localizadores de ápice, y que al extrapolarlos a la práctica clínica, no permiten la extracción del diente y deben utilizar radiografías para comprobar la longitud del canal, asumiendo los problemas de trabajar en dos dimensiones, como variaciones anatómicas y las distorsiones derivadas de las radiografías) (65).

El localizador electrónico iPex (NSK, Tokio, Japón) es un localizador de ápice de cuarta generación, este selecciona automáticamente la mejor combinación posible de la frecuencia de acuerdo con la condición del canal y realiza una medición simultánea de la impedancia y de la resistencia del canal, para determinar la ubicación exacta de la punta de la lima en el conducto radicular (50,69). Son pocas las investigaciones realizadas con este dispositivo en dientes temporales la mayoría se han realizado en dientes permanentes (50,69, 70, 71).

En el año 2011, Nelson-Filho y Cols (47), evaluaron ex vivo la exactitud del localizador electrónico de ápice iPex (NSK Ltd, Tokio, Japón) para la determinación de la longitud de trabajo en molares primarios. Un examinador calibrado determinó la longitud de trabajo en veinte (20) molares primarios (33 conductos). La longitud de trabajo se midió visualmente, con la colocación de una lima K un mm corto del foramen apical y posteriormente se realizó la medición electrónicamente con el localizador Ipex, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los datos se analizaron estadísticamente usando el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Los resultados entre la comparación de la medida real y las mediciones electrónicas revelaron una correlación alta (ICC = 0,99) entre los métodos, independientemente de la presencia o ausencia de reabsorción radicular fisiológica.

En cuanto a estudios in vivo, en el año 2011, Beltrame y Cols, evaluaron in vivo y ex vivo la exactitud de un localizador electrónico de ápice en molares temporales con o sin reabsorción radicular; se dividieron en dos grupos: sin resorción (n = 13) y las raíces con la resorción (n = 17). Los conductos radiculares se midieron con el localizador de ápice Root ZX in vivo, y luego, se realizó la extracción de los dientes, y se midió electrónicamente ex vivo, la longitud real del canal radicular se midió visualmente, con la colocación de una lima tipo K en el borde cervical. El análisis estadístico se aplicó con la prueba t de Student. Encontraron que la medición electrónica del localizador de ápice fue precisa en 69% y el 65% de los casos con y sin raíz reabsorción concluyendo que la medición del localizador el electrónico de ápice Root ZX era exacta en la determinación in vivo y ex vivo de la longitud de trabajo en molares primarios en más del 90% de las raíces independientemente de la presencia de reabsorción radicular (49).

Stober y Cols (50), compararon la precisión del localizador electrónico de ápice Root ZX y el Ipex en 40 conductos radiculares, datos que se analizaron utilizando la prueba U de Mann-Whitney $P < .05$. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre el Root ZX el IPEX.

Patiño y Cols (51), evaluaron clínicamente la exactitud de la radiografía convencional y dos localizadores de ápice (Root ZX y Propex) en la determinación de la longitud de trabajo de conductos radiculares en dientes primarios y compararon los resultados con microscopía electrónica de barrido (SEM); para determinar la diferencia entre las medias de los diferentes métodos utilizaron la prueba de Wilcoxon y para determinar la exactitud de los métodos con el estándar ideal (SEM) utilizaron el coeficiente de correlación y concordancia de Lin (CCL). Encontraron que de 61 canales evaluados no había ninguna diferencia significativa en las tres técnicas de la determinación de la longitud de trabajo de los canales. El método más exacto para determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares en dientes primarios fue el Root ZX (CCL = 0,72), seguido por el Propex (ICC = 0,70), y la menos precisa fue la radiografía convencional (CCL = 0,67).

Recientemente, Chougule y Cols en 2012 (52), realizaron un estudio donde compararon la exactitud de la radiografía con el localizador electrónico de ápice en la longitud de trabajo de molares primarios con reabsorción fisiológica de la raíz. Investigadores calibrados estimaron la longitud del conducto radicular en un total de 30 canales en 13 molares primarios utilizando ambos métodos localizadores apicales y radiografías. Después de la determinación de la longitud de trabajo, los dientes se extrajeron para medición in vitro de la longitud del canal radicular real. Las longitudes de canal radicular obtenidas a través de estas tres técnicas se compararon estadísticamente utilizando el coeficiente de correlación intraclase, con lo que encontraron una correlación significativa (correlación intraclase = 0,99, $P < 0,001$) entre las mediciones de longitud de trabajo obtenidas utilizando ambas técnicas y al compararlas con las mediciones reales de los conductos radiculares. Se pueden obtener medidas aceptables de la longitud de trabajo (+1 mm de longitud real) en 97% y 93% de los canales utilizando localizadores apicales y radiografías, respectivamente.

Al tener en cuenta la revisión de la literatura disponible, se hace evidente que existen además de diferentes técnicas de medición en torno a esta temática, diversas maneras de medir desde el punto estadístico qué tan correlacionadas éstas se encuentran, lo que obliga a hacer una revisión del componente teórico que sustenta el análisis de las pruebas diagnósticas, asunto que se discute a continuación.

2.3 Estudios de Pruebas Diagnósticas:

Se definen pruebas diagnósticas o test a cualquier procedimiento para la obtención de información clínica en un paciente. Las pruebas diagnósticas pueden ser procedimientos diagnósticos instrumentales, exploraciones físicas, cuestionarios, etc. Estas aportan información que permite distinguir pacientes con diferentes probabilidades de enfermar (53). Para evaluar la utilidad de una prueba diagnóstica, se requiere valorar la reproducibilidad de los resultados o la concordancia de los mismos. La concordancia es la encargada de medir la extensión en que los resultados producidos por dos técnicas diferentes son iguales entre sí.

En términos generales, la concordancia es el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado (54). El propósito de realizar este tipo de estudios responde, por un lado, a la necesidad clínica de aplicar exámenes diagnósticos menos costosos e invasivos con alta exactitud y por otro, a la necesidad de soportar la validez interna de los estudios científicos, la cual depende de que las mediciones que se realicen, representen en

realidad las variables que se están evaluando (54). Dentro de los estudios de concordancia están los de conformidad (valoran una prueba frente a su patrón de oro) y los de consistencia (estudian una prueba frente a otra y ninguna de las dos es el patrón de oro) (54). Sin embargo, los estudios de pruebas diagnósticas se diferencian de los estudios de concordancia dado que los primeros evalúan rendimiento operativo de una prueba a través de medidas como sensibilidad y especificidad (55).

La concordancia entre los resultados obtenidos de dos instrumentos o técnicas se da en términos de precisión y exactitud ya que indican su validez; precisión se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud: cuanto menor es la dispersión, mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella. Exactitud se refiere a cuán cerca del valor real se encuentra el valor medido. En términos estadísticos, la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación: cuanto menor es el sesgo, más exacta es una estimación. La exactitud de un resultado se expresa mediante el error absoluto que es la diferencia entre el valor experimental y el valor verdadero (54).

La concordancia entre los métodos y sus mediciones puede alterarse por los siguientes elementos o fuentes de error: la variabilidad de los observadores, la variabilidad dada por el instrumento de medida y la variabilidad debida a medir en momentos diferentes en el tiempo (54).

Por otro lado la concordancia entre los resultados obtenidos de dos instrumentos o técnicas se da en términos de precisión que elimina el error debido al azar, incrementando el potencial del método de estudio para la detección de errores y exactitud que elimina el error debido al sesgo e influye sobre la validez externa e interna de un estudio, porque permite determinar el grado en que los resultados observados en la muestra estudiada pueden ser extrapolados a un universo o población general. La precisión y exactitud son conceptos que deben ir juntos y deben lograrse en un instrumento de medición o en una prueba diagnóstica ya que indican su validez (56).

Existen diferentes métodos estadísticos para calcular los grados de acuerdo entre dos mediciones o métodos, así como también la exactitud y precisión de los mismos. Los estadísticos utilizados para la estimación de la concordancia dependen del tipo de escala en la cual los datos bajo consideración son expresados.

La investigación de la concordancia entre dos variables, métodos o procesos, requiere que las dos variables sean expresadas en el mismo tipo de escala y que las dos variables contengan el mismo número de categorías. Los métodos que se utilizan son:

- **Coefficiente Kappa (κ):** En datos medidos en escala nominal, el coeficiente kappa fue propuesto originalmente por Cohen (1960) para el caso de dos evaluadores o dos métodos, por lo que a menudo se le conoce como kappa de Cohen, y fue generalizado para el caso de más de dos evaluadores por Fleiss, por lo que a veces también se habla del índice kappa de Fleiss. El coeficiente de calcula teniendo en cuenta que P_o es la proporción de concordancia observada (en tanto por 1) y P_e es la proporción de concordancia esperada por puro azar. En caso de acuerdo perfecto la proporción de concordancia será 1, por lo que $1 - P_e$ representa el margen de acuerdo posible no atribuible al azar. Así pues en

caso de concordancia perfecta el valor de kappa es 1; si la concordancia observada es igual a la esperada kappa vale 0; y en el caso de que el acuerdo observado sea inferior al esperado el índice kappa es menor que cero (56).

- **Coeficiente de correlación de Pearson (ρ):** mide la probabilidad de establecer una ecuación lineal entre dos variables, en la que por cada cambio de unidad en una de ellas se espera un cambio de unidad (correlativo) en la otra, sin tener en cuenta ni la magnitud ni la escala de medición de las variables comprometidas. Su uso no es adecuado para estimar la concordancia entre dos variables dado que se pueden obtener coeficientes de correlación de Pearson muy cercanos a la unidad. Sin embargo se considera que ésta no resulta una medida adecuada del grado de acuerdo entre dos mediciones, ya que si dos instrumentos miden sistemáticamente cantidades diferentes uno del otro, la correlación puede ser perfecta ($r=1$), a pesar de que la concordancia sea nula; el coeficiente de correlación de Pearson no proporciona información sobre el acuerdo observado, y solamente mide la asociación lineal entre dos variables. Así mismo, al calcularse a partir de los pares ordenados de mediciones, si varía el orden también cambia el valor del coeficiente (55).
- **Coeficiente de correlación intraclass (CCI):** estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles y, por lo tanto, evita el problema de la dependencia del orden del coeficiente de correlación. Así mismo, extiende su uso al caso en el que se disponga de más de dos observaciones por sujeto. Este método permite evaluar la concordancia general entre dos o más métodos de medida u observación basado en un modelo de análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas; sus valores oscilan entre 0 y 1, y por tanto la máxima concordancia posible se alcanzaría cuando el CCI=1. Aunque este coeficiente ha sido muy usado para medir concordancia, tampoco es un método ideal pues tiene varios supuestos difíciles de cumplir: a) que los métodos evaluados provienen de una muestra al azar de una población de métodos, b) que el error de medición es similar para cada uno de los métodos, y c) al igual que el coeficiente de Pearson, depende de los valores en estudio (53).
- **Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin (CCC - $\rho@$):** Esta estadística determina qué tanto se desvían los datos obtenidos por los dos métodos de la línea de perfecta concordancia (línea de 45 grados que se inicia en 0) (54). Los valores de ± 1 denotan perfecta concordancia y discordancia, un valor de cero indica su ausencia completa. De acuerdo a lo citado por Lin (57), este coeficiente de concordancia evalúa el acuerdo entre dos lecturas obtenidas midiendo la desviación significativa de la línea de concordancia perfecta (intercepto en el origen y pendiente de uno a 45°) el grado en que parejas caen en la línea de 45° en este caso: radiografía convencional con localizador apical. Determina qué tanto se desvían los datos obtenidos por los métodos de la línea de perfecta concordancia: en caso de que la medición sea acertada, el CCC tomará un valor de uno, este coeficiente califica la fuerza del acuerdo de una forma más exigente: para variables continuas, la valora como casi perfecta para valores mayores a 0,99; sustancial, de 0,95 a 0,99; moderada, de 0,90 a 0,95 y pobre cuando está por debajo de 0,90. Mc Bride (58), propone que para evaluar

el grado de equivalencia entre un nuevo método de laboratorio y un gold estándar, la fuerza de acuerdo para variables cuantitativas debe ser de la siguiente manera: $>0,99$ concordancia casi perfecta, $0,99 - 0,95$ concordancia sustancial, $0,94 - 0,90$ concordancia moderada, $<0,89$ concordancia pobre.

Como una aproximación complementaria el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, también proporciona los datos para establecer los límites de acuerdo desarrollados por Bland y Altman (59), método gráfico que representa la diferencia entre cada pareja de valores frente a la media de cada pareja de mediciones, se presentan los límites de confianza del 95 % para esa diferencia, que se denominan límites de concordancia. Esto permite conocer si las diferencias entre los dos métodos son sistemáticas o, al contrario, debidas al azar. Se espera que la diferencia promedio entre dos métodos sea de "0" y que el 95% de las diferencias se encuentren dentro de 1,96 de las desviaciones estándar de dicho promedio (53)(54).

Se concluye al finalizar la revisión bibliográfica que existen diferentes métodos para la evaluación de la concordancia y la reproducibilidad, los cuales dependen de las características del fenómeno clínico; en este caso se decidió realizar un estudio de concordancia consistencia, donde se evaluaron dos métodos para determinar la longitud radicular en dientes temporales, a saber, localizador electrónico de ápice y la radiografía convencional. Se decidió utilizar el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, como método estadístico indicado por ser un método más robusto para variables cuantitativas donde se cumplen los supuestos de que las dos variables sean expresadas en el mismo tipo de escala y que las dos variables contengan el mismo número de categorías.

3. Materiales y Métodos

3.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional de pruebas diagnósticas de concordancia consistencia, para evaluación de dos instrumentos de medición, para establecer el grado de comparación entre los resultados de dos instrumentos utilizados en la medición de la longitud del conducto radicular en dientes primarios.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo General

Establecer el grado de concordancia existente entre la radiografía convencional y el localizador electrónico de ápice, in vivo, para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

3.2.2 Objetivos operacionales

3.2.2.1. Describir las características demográficas de los pacientes pediátricos atendidos para tratamiento de terapia pulpar.

3.2.2.2. Determinar la longitud del canal radicular utilizando la técnica convencional con radiografía periapical

3.2.2.3. Establecer la longitud del canal radicular utilizando el dispositivo electrónico localizador apical Ipex®.

3.2.2.4. Comparar el grado de acuerdo entre las mediciones obtenidas de la longitud del canal radicular con ambos métodos utilizando al análisis del coeficiente de correlación y concordancia de Lin.

3.2.2.5 Establecer gráficamente los límites de acuerdo entre las mediciones de cada método: radiografía convencional y localizador electrónico de ápice Ipex®, mediante el análisis grafico de Bland y Altman.

3.3 Emplazamiento

Este estudio se realizó en las clínicas odontológicas de la Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez, en la ciudad de Cartagena, Colombia.

3.4 Población

3.4.1 Población blanco

La población estuvo conformada por pacientes pediátricos entre los 3 y 9 años de edad, de ambos géneros, que asistieron a la clínica de odontopediatría de la Corporación Universitaria Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena, que fueron diagnosticados con caries dental con cavidad extensa que comprometía la pulpa dental y que requirió

como tratamiento terapia pulpar (pulpectomía), y asistieron a las clínicas odontológicas de la Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez Cartagena, durante el período comprendido entre febrero de 2011 y mayo de 2012.

3.4.2. Población de estudio

Pacientes pediátricos de ambos géneros, que requirieron tratamiento de terapia pulpar y que cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión, y aceptaron la participación en el estudio.

3.5 Criterios de selección

3.5.1. Criterios de inclusión

Pacientes pediátricos que permitieron la realización de la pulpectomía en dientes primarios con conductos rectos, dientes temporales, sin que hayan tenido tratamiento de endodoncia previo y aceptaron la participación en el estudio.

3.5.2 Criterios de exclusión

Pacientes con discapacidad física, motora o mental, dientes con destrucción coronal, que no permitían su posterior rehabilitación, dientes temporales que presentaran más de dos tercios de reabsorción radicular fisiológica, dientes con zona radiolúcida en furca que comprometía el germen del diente permanente, dientes con reabsorción interna.

3.6 Muestra y Muestreo

3.6.1 Tamaño de la muestra

Para poder determinar el tamaño de la muestra se solicitó al Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez, el número de pacientes pediátricos que asisten en promedio semestralmente a la institución, para así calcular el número de dientes temporales tratados endodónticamente semestralmente y se realizó el cálculo del tamaño de la muestra teniendo en cuenta una hipótesis a una cola con un nivel de confiabilidad de 95%, poder del 90% y un valor de coeficiente de correlación y concordancia de Lin mínimo esperado de 0.85 y un máximo ideal de 0.97 entre la radiografía convencional, y el localizador electrónico de ápice. El tamaño de la muestra se calculó utilizando el software GenStat Twelfth Edition (V.12.1.0.3278 – VSN International Ltd., U.K.) que calcula tamaño de muestra para el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, donde se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: para detectar las muestras con una correlación de 0,97 y una concordancia de 0.95, teniendo en cuenta los valores reportados por McBride en 2005 (59), con una hipótesis de una cola con un nivel de significancia de 0,05 y una potencia de 0.90. El software arrojó una replicación de 33 unidades muestrales es decir conductos radiculares, para 66 mediciones en total. Adicional a esto, se anticipó un 10% de pérdidas en el seguimiento y 10% de error de medición, para un tamaño de muestra final de 76 conductos radiculares.

El tamaño de la muestra se calculó utilizando la fórmula (75):

$$n = \left(\frac{\Phi^{-1}(1 - \beta) + \Phi(1 - \alpha)S}{Z - Z_{e,a}} \right)^2 + 2$$

Dónde:

Z: transformación de Z.

α : error tipo I.

β : error tipo II.

Φ : función acumulativa normal.

Φ^{-1} : función normal acumulativa inversa.

S: desviación estándar.

P_{ca} : coeficiente correlación mínimo aceptable.¹

C_b : factor de corrección del sesgo.²

3.6.2 Hipótesis

Metodológicamente se establecieron las siguientes hipótesis de trabajo:

- **Hipótesis nula (H_0):** no existe concordancia diagnóstica entre el localizador electrónico de ápice y la radiografía convencional para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

- **Hipótesis alterna (H_a):** existe concordancia diagnóstica entre el localizador electrónico de ápice y la radiografía convencional para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

Se espera encontrar un nivel de concordancia esperado de los localizadores apicales entre 0,8 – 0,9 y estadísticamente se establecieron las siguientes hipótesis:

$$H_0 = CCC \leq 0,90$$

$$H_a = CCC > 0,90$$

3.6.3 Muestreo

Se seleccionaron 72 conductos radiculares empleando un muestreo por conveniencia hasta agotar el tamaño muestral.

¹ Valor que se reemplaza en la fórmula de función normal acumulativa inversa.

² Valor que se reemplaza en la fórmula de función normal acumulativa inversa.

3.7 Definición y operacionalización de Variables:

La variable que se determinó como variable desenlace fue la medida de la longitud del conducto radicular, expresada en mm, tomada con cada uno de los métodos de evaluación (radiografía convencional y localizador apical).

Para el análisis de la concordancia en la determinación de la longitud radicular, se tuvieron en cuenta las siguientes macrovariables y variables:

Características sociodemográficas:

Género: Característica fenotípica que diferencia al hombre de la mujer.

Edad: Número de años cumplidos por el niño desde el nacimiento.

Longitud del conducto radicular: Distancia en milímetros desde un punto de referencia ubicado en la corona clínica del diente hasta la constricción cemento dentina (CDC)

Diagnóstico clínico: procedimiento por el cual se identifica una enfermedad pulpar o periapical

Tipo de diente: Según la forma de la corona y por lo tanto su función, diente al cual se le va a realizar el procedimiento.

Reabsorción radicular: proceso de lisis que ocurre en el cemento o cemento y dentina de la raíz de un diente.

Vitalidad pulpar: Presencia de sangrado o no al momento de realizar la apertura cameral.

La operacionalización de las variables se encuentra en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Operacionalización de variables [1]

MACRO VARIABLE	Variable	Tipo de Variable	Nivel de Medición	Indicadores
CARACTERISTICAS SOCIODEMOGRAFICAS	Género	Cualitativa Independiente	Nominal	Masculino Femenino
	Edad	Cuantitativa Continua Independiente	Continua	No. de años cumplidos
LONGITUD CONDUCTO RADICULAR	Conductometría	Cuantitativa Dependiente	Continua	Milímetros
DIAGNÓSTICO CLÍNICO	Tipo de diagnóstico periapical	Cualitativa independiente	Nominal	Periodontitis apical crónica supurativa, no supurativa, necrosis pulpar
TIPO DE DIENTE	Tipo de diente	Cualitativa independiente	Nominal	Primer molar Segundo molar

REABSORCIÓN RADICULAR	Reabsorción Radicular	Cualitativa independiente	Nominal dicotómica	SI NO
VITALIDAD	Vitalidad pulpar	Cualitativa independiente	Nominal	Positiva Negativa

3.8 Método de Trabajo

Inicialmente un odontólogo endodoncista, entrenado en los últimos criterios diagnósticos en enfermedad pulpar, y con experiencia mayor a cinco años en práctica clínica, procedió a aplicar los criterios de selección, realizar el examen clínico a los pacientes sujeto de estudio y procedió a recolectar los datos en el formato diseñado para tal fin (Anexo A. Formato de recolección de la información).

Inicialmente se realizó la historia clínica completa y se procedió a realizar el diagnóstico dental para el cual se utilizó un juego de instrumental básico, espejo bucal y explorador No.5 Hu-Friedy® (N.Rockwell, Chicago, IL. USA). Se evaluó clínicamente el diente en busca de caries dental con cavidad extensa y compromiso de la pulpa dental, que no existiera fistula. Una vez completado el examen clínico, se procedió a la toma de radiografía convencional preoperatoria para corroborar el diagnóstico endodóntico, de acuerdo con la sintomatología clínica y el análisis radiográfico, donde se evaluó la presencia o no de variaciones anatómicas y de tratamiento endodóntico previo y las condiciones radiculares (zona radiolúcida en la furca, grado de reabsorción radicular, proximidad con el germen del diente permanente). Luego de constatar que el diente y el paciente cumplían con los criterios de inclusión establecidos y previa firma y aprobación del consentimiento informado por parte de los padres o acudientes y el asentimiento del menor, se procedió a iniciar la pulpectomía siguiendo los pasos establecidos en los protocolos clínicos de atención en la clínica de odontopediatría de la Corporación Universitaria Rafael Núñez, que se relacionan a continuación:

Aplicación de anestesia tópica durante tres minutos y luego anestesia local troncular utilizando jeringa y carpule de anestesia de Lidocaína con epinefrina 2% 1:100.000 (Ropsohn Therapeutics Ltda. ®), aislamiento absoluto del campo operatorio utilizando tela de caucho y grapa Hu-Friedy® (N.Rockwell, Chicago, IL. USA), se procedió a realizar la remoción de la caries y apertura de la cámara pulpar realizando la cavidad de acceso de los dientes con una fresa redonda de alta velocidad, utilizando fresas de carburo redondas No. 2 y pieza de alta velocidad (NSK®), con abundante irrigación; se conformó la cavidad y localización de los conductos con una fresa de alta velocidad (Endo Z). Al momento de llegar a la cámara pulpar, el operador registró la vitalidad del diente como: positiva si presentaba sangrado, y negativa si no presentaba sangrado en la cámara pulpar; se localizaron los conductos radiculares con un explorador de conductos y se comprobó la patencia del conducto utilizando una lima de pre-serie No. 0.8 o 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Se irrigó con jeringa monojet (Navy Tip, Ultradent, South Jordan, UT) con suero fisiológico y se procedió a determinar la longitud de trabajo, con ambos métodos siempre en cada caso; inicialmente se determinó la longitud de trabajo con el localizador Ipex® y posteriormente con la radiografía convencional.

Determinación de la longitud de trabajo utilizando localizador electrónico de ápice:

La medición electrónica se realizó utilizando el localizador apical Ipex® (NSK, Japón), siguiendo con las indicaciones del fabricante; el clip labial se colocó en el ángulo labial

del paciente. El conducto radicular se humedeció con hipoclorito sódico al 5%, y una lima tipo k Flexofile (Dentsply Maillefer, Baillaigues, Suiza) acoplada al clip de la lima se insertó con suavidad hasta que la pantalla análoga del localizador indicó la lectura "ápice", si la lectura se mantenía estable durante al menos 5 segundos; de lo contrario, el valor se registró como medida de inestabilidad debido a la incapacidad del localizador de revelar una lectura constante, y la muestra era excluida, luego se procedía a colocar el tope de silicona en el punto de referencia de la corona el cual se marcó con marcador permanente para establecerlo como punto de referencia en las mediciones siguientes y la longitud del conducto radicular electrónica se midió utilizando un dentímetro Endoblock metálico (Dentsply Maillefer, Baillaigues, Suiza).

Determinación de la longitud de trabajo utilizando radiografía convencional:

Para la toma de radiografía periapical convencional, aplicada por un evaluador independiente de quien hizo la determinación con el localizador electrónico apical, se empleó la técnica de paralelismo conocida como técnica de extensión de cono paralelo (XCP), técnica de ángulo recto o técnica de cono largo, utilizando un posicionador de película XCP rinn (Rinn Corporation, Elgin, IL, USA), dispositivo que permitió estandarizar la distancia entre el cono y la película. Todas las radiografías fueron hechas por el mismo técnico de radiología oral y maxilofacial, quien contaba con experiencia certificada mayor a 5 años en toma de radiografías y procesamiento tanto de radiografía convencional como de digital.

La toma de las radiografías tuvo en cuenta los siguientes pasos:

Inmediatamente después de utilizar el dispositivo electrónico, se colocó nuevamente la lima dentro del conducto y se procedió a tomar la radiografía convencional, se retiró el arco de Young del aislamiento absoluto y se solicitó al paciente sentarse en el sillón del equipo de radiografía, se le colocó delantal de plomo y protección tiroidea. Se explicaron brevemente al paciente y a su acompañante los procedimientos antes de empezar, se ajustó el sillón para ubicarlo en la posición más funcional posible para la toma de radiografías.

El técnico en radiología oral procedió a realizar los ajustes necesarios para la toma de radiografía utilizando el equipo 66 kV dental x-ray generator: Gnatus Time 66 (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brazil), de acuerdo con el voltaje indicado y con un tiempo de exposición de 0.32 s, se utilizaron películas radiográficas periapicales (Kodak Dental Intraoral E-Speed Film). Al momento de colocar la película intraoralmente se tuvo en cuenta que el lado blanco de la película se ubicara hacia los dientes, que las películas siempre estuvieran en posición horizontal para dientes posteriores y verticales en dientes anteriores; el punto de identificación de la película (dot) se insertó en la ranura del soporte de película, hacia el extremo oclusal de la película. Una vez posicionada la película, se ubicó el cono de radiación centrado en la zona que iba a ser irradiada. Posteriormente, se realizó la toma de radiografía de acuerdo a los tiempos de exposición necesarios para cada grupo de dientes. Las radiografías fueron procesadas en el revelador automático Periomat de radiografías (Dürr Dental GmbH & Co. KG, Bietigheim-Bissingen, Germany).

Se insiste en que las mediciones fueron tomadas por dos operadores diferentes para evitar que existiera sesgo durante la determinación de la longitud de trabajo. Es decir un

sólo operador tomó la medición con las radiografías periapicales y otro operador la medición con el localizador apical. Una vez establecida la longitud de trabajo por cada operador, esta no se dio a conocer al otro evaluador, lo que permitió mantener las dos mediciones de manera independiente.

3.9 Recolección de la información

3.9.1 Procedimiento de recolección

Al momento de realizar la medición del conducto radicular, la información fue recolectada por dos operadores expertos en el área de Endodoncia, previamente capacitados en la toma de las mediciones; uno de los operadores estuvo encargado de realizar la medición con el localizador electrónico de ápice, y otro encargado de la toma de la medida del conducto radicular utilizando la radiografía convencional. Ambos evaluadores debían de ser: odontólogos, especialistas en endodoncia, con experiencia certificada de más de 5 años en el ejercicio de su especialidad clínica; de igual forma, ellos se encargaron del diligenciamiento de los datos.

Se diseñó un instrumentos para realizar la recolección de los datos (Anexo A) y con el fin de familiarizar a los operadores con el método de trabajo, se procedió a realizar una prueba piloto para su validación, realizando el procedimiento a un 4% del total de la muestra; estos datos no hicieron parte del total de la muestra, con el fin de estandarizar tiempos de trabajo, mediciones y calibración de los equipos de radiografía convencional y localizador apical, así como para detectar fallas en el instrumento de recolección de la información, falta o exceso de variables, y establecer claridad en los procedimientos y ajustes posteriores en el instrumento de recolección de los datos. Luego de realizada la prueba piloto, no hubo necesidad de realizar ajustes al formato de instrumento de recolección de la información.

Fuente de información: los datos se tomaron de fuente primaria, constituida por los dientes primarios de los pacientes atendidos en las clínicas de odontopediatría, donde las mediciones de la longitud de trabajo fueron tomadas directamente de ellos, al momento de la realización de la pulpectomía, por parte de los operadores entrenados en la determinación de la longitud de trabajo.

La técnica de recolección utilizada fue la observación directa de las mediciones que fueron realizadas siempre por un mismo operador para cada medición.

3.9.2 Procesamiento de la información

El proceso de recolección, se realizó de manera mecánica, mediante la construcción de la bases de datos de la investigación, utilizando paquete informático de Office Microsoft Excel versión 2007 para Windows. Se empleó un equipo: Portátil Pentium Dual Core de 2.3 GHz, con 4 GB de RAM, disco duro de 500 GB, con monitor a color de 15 pulgadas.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico: Stata™ versión 12 para Windows (4905 Lakeway Drive College Station, Texas 77845, USA).

3.10 Análisis estadístico

Inicialmente se realizó la descripción de los datos; para las características socio demográficas de los pacientes atendidos, se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas y distribución de frecuencias y proporciones para variables cualitativas.

Se definió como desenlace principal (variable dependiente) la longitud del conducto radicular, conductometría (en mm); inicialmente se evaluaron las medidas de asimetría, lo que permitió establecer el grado de simetría (o asimetría) por medio del indicador de *Skewness*, los supuestos de normalidad de los datos utilizando la prueba *Shapiro Wilks* y la homocedasticidad de los datos. En caso de que los datos fuesen normales, se reportaron sus medias y desviaciones estándar y en caso contrario la mediana y los rangos intercuartílicos. Si los datos no tenían una distribución normal se realizaron transformaciones (transformación logarítmica) o se calculó un coeficiente de correlación no paramétrico.

La concordancia entre los métodos (localizador electrónico y radiografía convencional) se calculó utilizando los valores reales de los dispositivos, y fueron analizados estadísticamente utilizando el coeficiente de correlación y concordancia de Lin (CCC ρ) (58) con sus respectivos intervalos de confianza del 95%.

Los resultados se presentaron junto con el análisis gráfico utilizando el análisis de Bland y Altman (60).

3.11 Consideraciones éticas y de propiedad intelectual

Según lo establecido en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la Republica de Colombia, y la reglamentación internacional basada en la Declaración de Helsinki, la presente investigación se clasificó, de acuerdo al artículo 11 inciso c, como una investigación con riesgo mayor que el mínimo, dado que se emplearon auxiliares diagnósticos radiográficos.

Esta investigación fue sometida a evaluación por los miembros del Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia y aprobada como consta en acta CE-021 N°04 de 10 de Marzo de 2011.

Así mismo se requirió de un consentimiento informado en todos los pacientes (o sus padres) para obtener su aprobación de acuerdo con lo establecido en el artículo 6 inciso c de la misma resolución: “Contará con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución”. Se anexa formato de consentimiento informado y formato de asentimiento del menor de edad para permitir su participación en el estudio. (Anexo B. Consentimiento informado).

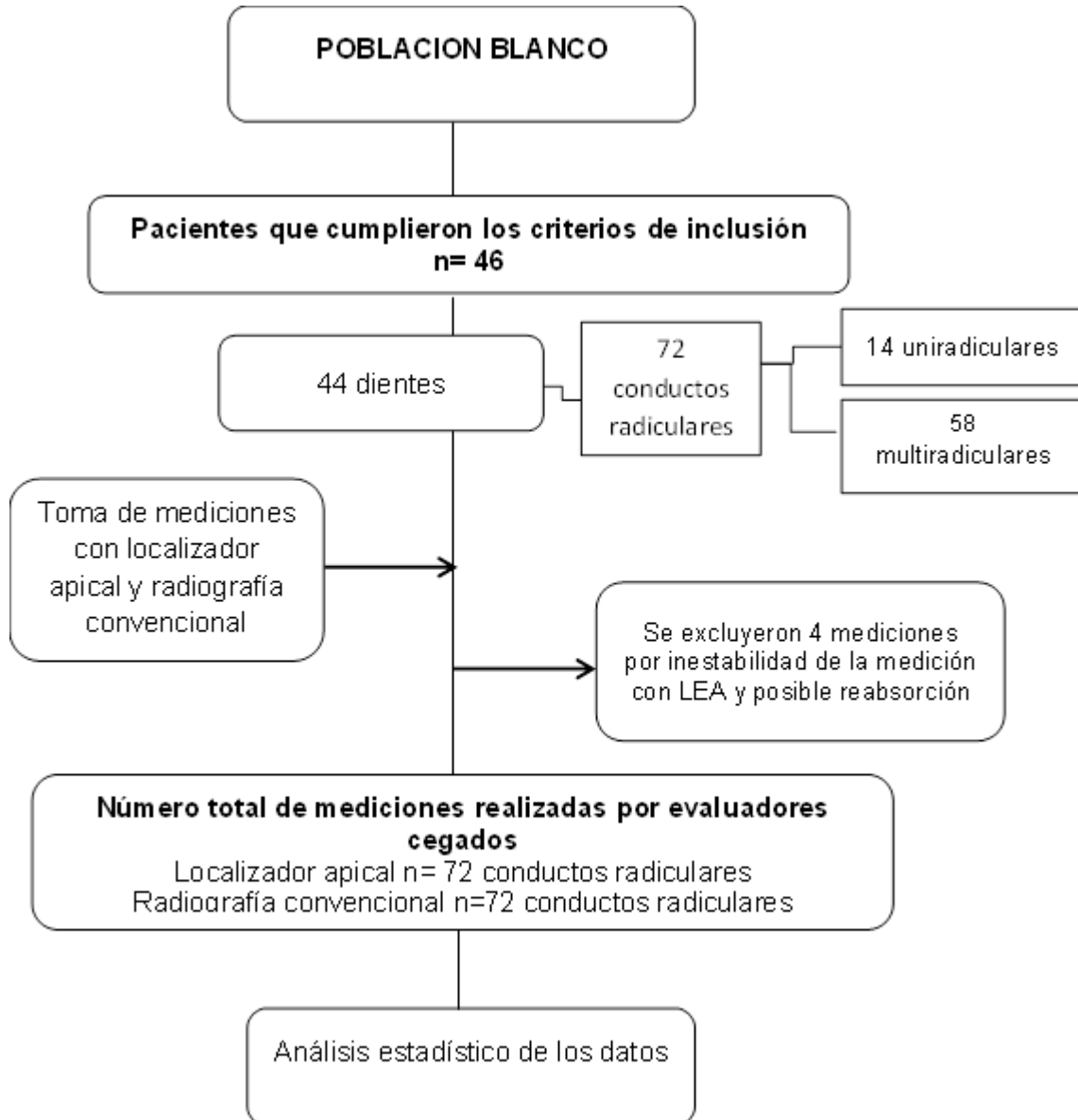
3.11.1 Propiedad Intelectual

Según lo establecido en el Acuerdo 035 de 2003, por el cual se expide el reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Nacional de Colombia, todas las ideas expresadas en las investigaciones divulgadas por la Universidad o manifestadas por sus funcionarios, docentes o estudiantes, son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen el pensamiento oficial de la institución. La propiedad intelectual de los productos esperados y derivados de la presente investigación pertenecerá a la Universidad Nacional de Colombia. Una vez finalizada la investigación (publicación del artículo), se hará el reconocimiento a las instituciones participantes.

4. Resultados

Ingresaron al estudio 46 pacientes pediátricos entre los 3 y 9 años de edad. Se evaluaron un total de 76 conductos radiculares. Sin embargo, debido a errores de procesamiento, finalmente se incluyeron 72 conductos radiculares. En la figura 4-1 se describe el flujograma de pacientes atendidos a lo largo del estudio.

Figura 4-1. Flujograma de pacientes en el estudio [1].



Al realizar el análisis de las variables sociodemográficas se encontró que la edad promedio fue 6,5 años (DE: 1,93); 6.59 ± 2.13 para el género masculino y 6.25 ± 1.2 años para el género femenino. En cuanto al género se encontró que el 72,7% de los pacientes pertenecían al género masculino (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Distribución de la muestra según género [2].

Género	n	Proporción (%)
Masculino	32	72,7
Femenino	12	27,3
Total	44	100,0

En cuanto al *diagnóstico dental* se encontró que la mayoría de los dientes fueron diagnosticados con pulpitis irreversible crónica. De acuerdo a el *tipo de diente* al que se le realizó tratamiento pulpar, el más frecuente fue el primer molar inferior con un 38.9% y el 80,5% de los dientes eran multiradicales. (Tabla 4-2).

Tabla 4-2 Distribución por diagnóstico dental y tipo de diente por conducto radicular [3].

Diagnostico dental	n	Proporción (%)
Pulpitis irreversible crónica	18	40.9
Periodontitis Apical crónica No Supurativa	8	18.8
Necrosis pulpar	8	18.8
Pulpitis irreversible aguda	10	22.73
Total	44	100,0
Tipo de diente	n	%
Primer molar inferior	15	34.0
Primer molar superior	3	6.82
Segundo molar inferior	14	31.82
Anteriores	12	27.27
Total	44	100,0
Tipo de diente	n	%
Multiradicular	32	72.73
Uniradicular	12	27.27
Total	44	100,0

Para realizar el reporte de las variables relacionadas con longitud radicular en mm, inicialmente se realizó análisis de normalidad de los datos, a través de la prueba Shapiro-Wilk para así describir promedio y desviación estándar. Teniendo en cuenta esto, los resultados de las mediciones de la longitud radicular, utilizando localizador electrónico de ápice y radiografía convencional se muestran en la Tabla 4-3; se encontraron valores promedio y DE muy semejantes: el promedio de longitud radicular utilizando la radiografía convencional fue de 13.3 mm (DE: 1,8) y con el localizador electrónico de ápice lpx la mediana fue de 12.5 mm.

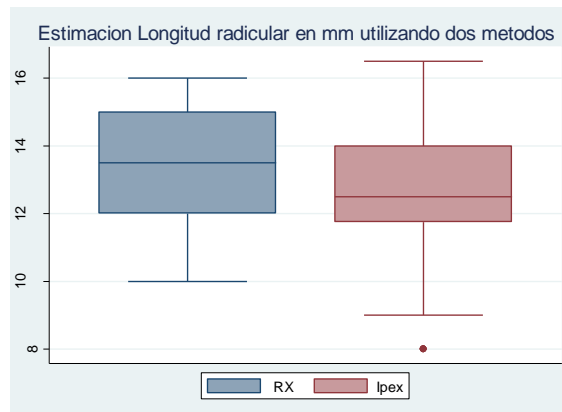
Tabla 4-3. Valores comparativos de la longitud en mm del conducto radicular en dientes temporales, utilizando radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [3].

Longitud radicular en m.m.			
	Radiografía convencional	Localizador electrónico de ápice Ipex®	Valor de p*
Promedio / Mediana	13.39	12.5 Mediana	0.0042
DE / Percentil 50- 75	1.89		
p-valor Shapiro-Wilk	0.27	0.03	

DE= Desviación Estándar; *: T de student para la diferencia de promedios

Al comparar los dos métodos (Tabla 1), se observó que el valor del promedio difiere en 0,96 mm ($p < 0,0042$).

Figura 4-2. Estimación de longitud radicular en dientes temporales utilizando dos métodos: Radiografía convencional y localizador electrónico de ápice Ipex [2].



La concordancia entre los dos métodos (localizador electrónico y radiografía convencional) se calculó a través del coeficiente de correlación y concordancia de Lin (ρ_c). La concordancia global obtenida fue de 50.6 % (CCC de Lin 0.506, IC 95 % 0.349 - 0.663, $p = 0.000$), que corresponde a una pobre correlación de concordancia. Los componentes del coeficiente fueron: precisión 0,568, factor de corrección de sesgo (exactitud) de 0.890, y pendiente de 0.919. (Tabla 4-4). La diferencia promedio entre ambos métodos fue de 0.958 mm, con límites de acuerdo del 95% entre -2.648 y 4.565 mm. (Tabla 4-5). El análisis gráfico de los componentes del CCC de Lin se muestra en las Figuras 4-3 y 4-4.

Tabla 4-4. Correlación y Concordancia de Lin para radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [4].

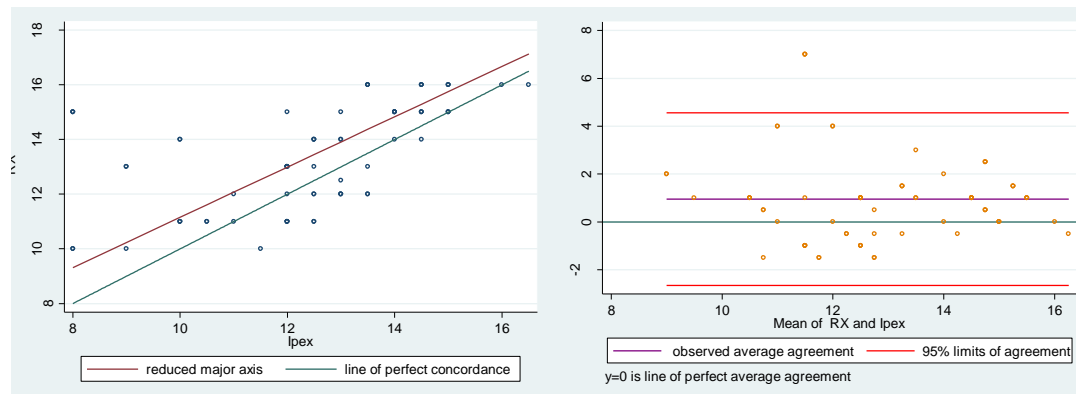
TÉCNICA	N	$\rho \text{ ©}$	IC 95% $\rho \text{ ©}$	ρ Pearson's	Cs	Pendiente	P
Radiografía convencional vs Localizador electrónico de ápice Ipex	72	0.506	0.349 - 0.663	0.568	0.890	0.919	0.000 *

$\rho \text{ ©}$: coeficiente de correlación y concordancia; ρ Pearson's: Precisión; Cs: Factor de corrección de sesgo (exactitud).

Tabla 4-5. Diferencia promedio y límites de acuerdo de Bland y Altman entre Radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [5].

TÉCNICA	N	Diferencia promedio	Límite inferior 95%	Límite superior 95%
Radiografía convencional vs Localizador electrónico de ápice Ipex ®	72	0.958	-2.600	4.565

Figura 4-3 y 4-4: Representación gráfica del coeficiente de correlación y concordancia de Lin (CCC) y los límites de acuerdo de Bland y Altman del 95% para radiografía convencional y localizador electrónico de ápice [3] [4]



5. Discusión

Tannure y Cols en 2011, realizaron la evaluación clínica y radiográfica, para medir la tasa de éxito en dientes anteriores primarios que fueron tratados con pulpectomía, en niños con edades promedio entre los 3 y 5 años de edad. En cuanto a los diagnósticos endodónticos, reportaron que el diagnóstico más frecuente fue la necrosis pulpar (61). Se encontraron resultados similares a los reportados por Mendoza y Cols, en 34 niños entre 2 - 9 años a quienes les realizaron pulpectomía, para un total de 348 dientes, de los cuales, 308 tenían diagnóstico de pulpa necrótica (62). Patiño y Cols, evaluaron clínicamente la exactitud en la determinación de la longitud de trabajo utilizando la radiografía convencional y localizador electrónico Propex en 50 niños entre 4 y 10 años de edad, con una edad promedio de $(7,0 \pm 0,1)$; 54% mujeres, 46% varones) (51). Los resultados del presente estudio revelaron un promedio de edad de 6.5 años (DE: 1,93) y en cuanto al diagnóstico dental el más frecuente fue la pulpitis irreversible crónica. La similitud en las edades encontradas se debe a la edad cronológica de exfoliación de los dientes que están indicados para terapia pulpar.

Patiño y Cols, reportan en su estudio que la longitud promedio del canal radicular en dientes primarios, fue 9,0 (DE: 3,1) para localizador Propex y de 11,0 (DE: 2,8) para la radiografía convencional (51). Nelson Filho y Col, en su estudio in vivo encontraron que el promedio de la longitud del canal radicular fue 12,4 (DE: 2,1) mm y 12,5 (DE: 2,1) mm para la medición directa (real) y el localizador electrónico Ipex respectivamente (48). En el presente estudio la longitud promedio utilizando la radiografía convencional fue de 13.3 mm (DE: 1,8) y con el localizador electrónico de ápice Ipex el promedio fue de: 12.4 mm (DE: 2.05), las medidas promedios del localizador Ipex fueron menores lo que se puede atribuir a que el diente temporal podía presentar algún grado de reabsorción radicular que no se pudo observar en la radiografía inicial debido a su angulación.

En cuanto a las investigaciones in vivo realizadas para determinar longitud de trabajo utilizando diferentes métodos, estas no reportan las edades de los pacientes, los dientes de los pacientes utilizados para realizar dichas investigaciones, estaban programados para exodoncia indicada debido a la dificultad de llevar a cabo un tratamiento endodóntico, y/o a realizar el aislamiento absoluto, por tratarse de dientes no restaurables y dientes con reabsorción radicular mayor a dos tercios de raíz. (63, 50,16). En la presente investigación, los dientes no estaban indicados para exodoncia y el objetivo de realizar la terapia pulpar era mantener el diente en boca hasta su exfoliación fisiológica.

Uno de los principales problemas que enfrentan los profesionales en endodoncia es la manera de identificar con precisión y mantener la longitud biológica del sistema de conductos radiculares. Se ha establecido que la unión cemento dentinal es el punto anatómico que determina el final de esta longitud biológica, medida que va desde un punto de referencia ubicado en la corona del diente hasta el ápice anatómico. Las

variaciones en la anatomía de los ápices de dientes, tanto por edad, tipo de diente y propiedades eléctricas del canal radicular de acuerdo con su estado patológico, hacen que la tarea de determinar la ubicación exacta de la constricción apical sea aún más difícil (64). En la presente investigación se evaluó la concordancia en la determinación de la longitud de trabajo de dientes temporales utilizando localizador electrónico de ápice y radiografía convencional, teniendo en cuenta que los dientes primarios pueden presentar un mayor número de variaciones anatómicas y alteraciones como reabsorción dental.

En la investigación clínica en el área de endodoncia se han utilizado diferentes métodos para el estudio de la exactitud en la determinación de la longitud radicular, a saber, estudios *in vitro*, *in vivo* y radiográficos. Gordon y Cols, afirman que estudios *in vitro* donde se utilizan diversas sustancias para conducir la electricidad, materiales para simular la situación clínica como: alginato, gelatina, agar o medios salinos, arrojan resultados predecibles al ser utilizados con localizadores apicales en la determinación de la longitud radicular (64). Sin embargo algunos de estos medios pueden filtrarse a través del foramen apical y causar lecturas prematuras aunque, en contraste, algunos de estos modelos experimentales *in vitro* pueden obtener resultados con una mayor precisión que los que se pueden lograr clínicamente. Por lo tanto, la extrapolación a partir de investigaciones *ex vivo* a estudios *in vitro* en el entorno clínico no podría ser apropiada (65). Así mismo Mario Leonardo y Cols, concluyen en su investigación que aunque está demostró ser útil y precisa para determinar la longitud del canal radicular en raíces de dientes primarios uni y multiradulares, con y sin reabsorción radicular, y encontraron un correlación casi perfecta entre las mediciones electrónicas y la longitud real del conducto radicular, consideran que fue un estudio *in vitro* preliminar, en el que no se incluyeron los errores que pueden ocurrir mientras se mide la longitud del canal radicular en la boca en condiciones clínicas (43). Lo que confirma que los estudios *in vitro* no son el método más confiable para evaluar la concordancia de dos métodos para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios, y por lo cual se realiza la presente investigación *in vivo*.

En la presente investigación al evaluar la concordancia global entre los dos métodos, se tuvo un coeficiente de correlación y concordancia de Lin (ρ_c) de 0.506. Nelson-Filho y Col en 2010, evaluaron la exactitud de dos localizadores electrónicos de ápice DSP y PROPEX, en dentición temporal en dos grupos de dientes con y sin reabsorción, mostrando que el coeficiente de correlación intraclase fue alto para ambos localizadores electrónicos de ápice en todas las situaciones en dientes con reabsorción; (ICC: DSP = 0,82 y Propex = 0,89) y sin reabsorción (ICC: DSP = 0,92 y Propex = 0,90) (48). Los mismos autores, en 2010, evaluaron *ex vivo* la exactitud de Ipex para determinar la longitud de trabajo de molares primarios comparándolo con la longitud real del diente al observarlo al stereomicroscopio, encontrando una alta correlación intraclase (ICC = 0.99) entre el métodos directo y el electrónico (66). Resultados similares fueron reportados por Leonardo y Cols en 2009, quienes evaluaron la precisión en la determinación de la longitud de trabajo de dos localizadores electrónicos de ápice: (Root

ZX II – J. Morita Corp, y el Mini Apex Locator – SybronEndo), con una alta correlación intraclase (ICC= 0,99), independientemente del tipo de diente (uniradicular o multiradicular) o a la presencia / ausencia de reabsorción radicular (43). Mello y Cols, en un su estudio in vitro, evaluaron los valores obtenidos por cada método y los compararon con el control, mediante el análisis de Bland y Altman y el coeficiente de correlación intraclase ICC. Los valores de ICC para los métodos fueron: Táctil = 0,499; Radiográfico =0,818; Táctil + radiográfico = 0,929; Radiografía digital = 0,700, y Localizador electrónico = 0,990. El localizador electrónico mostró el mejor rendimiento representado por la poca variación y mayor coeficiente de correlación intraclase, seguido del método táctil + radiográfico (47). Tales resultados no coinciden con los niveles de concordancia reportados en el presente estudio, que además de diferir por ser investigaciones clínicas realizadas in vitro, difieren en el método estadístico utilizado: la mayoría de estos estudios utilizaron el coeficiente de correlación intraclase, sus resultados pueden ser explicados porque este estadístico tiene múltiples limitaciones pues tiene varios supuestos difíciles de cumplir: a) que los métodos evaluados provienen de una muestra al azar de una población de métodos, b) que el error de medición es similar para cada uno de los métodos (17) y c) al igual que el coeficiente de Pearson, depende de los valores en estudio (56).

La mayoría de las investigaciones para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios se han realizado in vitro, razón por la cual, se considera importante realizar estudios clínicos adicionales. Los resultados de los niveles de concordancia de la presente investigación se pueden comparar con los resultados in vivo, reportados por Patiño y Cols en 2011, quienes encontraron que el método más preciso en comparación con el estándar ideal en la determinación de la longitud de trabajo en la dentición temporal utilizando el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, fue el Root ZX (ICC = 0.72), seguido del PROPEX (ICC = 0.70). La menos precisa fue la radiografía convencional (ICC = 0.67). Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres métodos (51), resultados que coinciden con una correlación pobre de acuerdo con Mc Bride (59), al igual que los encontrados en el presente estudio donde el CCC fue de 0.56.

Al realizar el análisis de los gráficos de Bland & Altman para la concordancia con datos globales (Figura 4-4), resultó notable la diferencia existente entre las mediciones realizadas con los dos métodos. Los resultados del presente estudio revelaron tendencia a la subestimación de las medidas en la longitud del conducto radicular en las mediciones realizadas con el localizador Ipex. Estos resultados coinciden con los reportados por Kielbassa y Cols 2003, encontraron una precisión suficiente con una tendencia para estimar la longitud del canal radicular corta del ápice (0.98 - 1.74 mm), reportaron que el dispositivo electrónico Root ZX dio mediciones superiores a la longitud de trabajo por 1 mm para sólo 2 dientes. En 29 de los 71 dientes incluidos en este análisis de la longitud de trabajo (± 1 mm) no se cumplió (16). En la presente investigación la amplitud de los límites de acuerdo encontrados (-2.6 - 4.5) muestra que

la determinación de la longitud de trabajo en dientes temporales tiene una gran variabilidad y es muy poco precisa.

Los análisis de la dispersión, distribución y del promedio de la diferencia entre los métodos, revelaron una subestimación creciente para las mediciones realizadas con el localizador electrónico de ápice. Incluso si este resultado no parece ser favorable, al realizar una aproximación a la práctica clínica diaria, se puede suponer que esta limitación debería tener un impacto clínico de poca importancia, porque con respecto a los objetivos de la endodoncia en dientes primarios, los postulados afirman que la longitud de trabajo ideal debe llegar hasta las dos terceras partes o las tres cuartas partes de la longitud del conducto radicular, para evitar daños en el germen del diente permanente por una sobre instrumentación o sobre obturación (39).

Otros factores que pueden explicar las diferencias obtenidas entre los dos métodos en la presente investigación pueden ser atribuidas principalmente por tres fuentes de variabilidad: a) variabilidad de los observadores; b) variabilidad dada por el instrumento de medida y c) variabilidad debida a la medición en varios momentos del tiempo (56, 57). En cuanto a la variabilidad de los observadores, autores como Kielbassa y Cols en el 2003, reportaron que la única variable que produjo una significativa diferencia entre los métodos fue el evaluador (16), y esto coincide con lo publicado por Goldberg y Cols, que también encontraron diferencias entre los operadores (40); se puede argumentar que estas diferencias en las mediciones con los localizadores podría ser una limitación importante del uso de estos dispositivos electrónicos, dado que este fenómeno se asemeja la variabilidad en la interpretación radiográfica que estos dispositivos se supone deben superar. Se encontraron resultados diferentes al evaluar la radiografía digital y convencional como métodos para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales, donde el análisis de concordancia intra-examinador mostró una alta reproducibilidad en las longitudes de trabajo para ambos observadores. En cuanto a la variabilidad dada por el instrumento de medida en este estudio, se controlaron las posibles fuentes de error en la toma de la radiografía, tales como la distancia desde el diente a la fuente de radiación y para la película, así como el cono angulación vertical y horizontal del cono utilizando el posicionador de radiografías que mantenía fija esta distancia.

En cuanto al análisis estadístico empleado, en los resultados encontrados las mediciones realizadas con el localizador electrónico de ápice Ipex ($p < 0,05$) no provenían de una distribución normal. Algunos autores han demostrado que el CCC de Lin es robusto y no se modifica de manera significativa cuando no se cumplen los supuestos de normalidad. Carrasco y Cols en 2007, demuestran en su estudio que el coeficiente de correlación y concordancia de Lin es robusto aun en datos que no sigan una distribución normal (68).

Algunos autores han reportado que el uso de localizadores apicales electrónicos es una herramienta para complementar los métodos radiográficos en la determinación de la

longitud de trabajo, ya que reduce el número de radiografías requeridas (17, 42, 43,45), resultados que se corroboran con los encontrados en la presente investigación.

6. Conclusiones y recomendaciones

1.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados encontrados en la presente investigación, se puede concluir que la concordancia entre los dos métodos estudiados, localizador electrónico de ápice y radiografía convencional es pobre, resultados que impactan directamente en la práctica clínica de los odontólogos generales, endodoncistas y odontopediatras. A partir de esto, se puede pensar que existen una serie de factores a los que se les puede atribuir esta pobre concordancia encontrada como lo son: la calibración previa entre los examinadores, y la dificultad de realizar este tipo de tratamientos en niños, donde se ven involucradas condiciones clínicas que afectan directamente el tratamiento, tales como la colaboración del paciente pediátrico, el manejo conductual del paciente y la presencia o ausencia de dolor. Otro factor al cual se le puede atribuir la pobre concordancia encontrada, puede ser determinado por el hecho de que la presente investigación fue realizada in vivo, y en la cual no se manipularon las condiciones clínicas del paciente ni del diente como: los diferentes tipos de electrólitos en el conducto, el tamaño del foramen, la vitalidad de la pulpa y el grado de reabsorción, factores que son controlados y manipulados en la mayoría de estudios in vitro, por lo que gran parte de estos arrojan resultados satisfactorios al estudiar estos dos métodos para longitud de trabajo en dientes temporales.

La pobre concordancia encontrada en cierta forma también puede ser atribuida a la exigencia y robustez del método empleado, el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, que podría requerir métodos precisos, y se podría pensar que los estudiados en la presente investigación aun no lo son debido a la cantidad de limitaciones que presentan cada uno, por lo que se sugiere seguir realizando investigaciones encaminadas a estudiar nuevos métodos para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios.

Sin embargo, estos resultados no implican que las radiografías puedan ser reemplazadas por el uso de los localizadores del ápice, debida a la poca intercambiabilidad encontrada, pues de hecho se sugiere que el uso de los localizadores electrónicos de ápice es una herramienta valiosa para complementar y / o ayudar a métodos radiográficos de determinación de la longitud de trabajo, reduciendo el número de radiografías requeridas; así mismo la evaluación radiográfica después de la medición electrónica del conducto confirma la patencia del canal radicular facilitando la observación de un número de detalles anatómicos.

De esta manera, teniendo en cuenta los resultados encontrados en el presente estudio y en investigaciones citadas en la literatura, se pueden concluir aspectos importantes para la toma de decisiones clínicas. El método convencional con radiografía sigue siendo el más utilizado en dentición temporal, aunque son bien conocidas algunas de sus limitaciones debido a variaciones anatómicas, interferencias de las estructuras anatómicas o errores debido a la proyección. Este método además de servir para determinar la longitud de trabajo, se utiliza como ayuda diagnóstica inicial para determinar las opciones de tratamiento, evaluar el grado de reabsorción radicular presente e investigar la posición de los dientes en relación con el germen del permanente, por lo tanto no debe ser descartado como ayuda diagnóstica en dentición temporal. Así mismo el localizador electrónico de ápice, que aunque no demostró tener

una buena concordancia con la radiografía convencional, no debe ser descartado para emplearse en dentición primaria, y podría ser utilizado como una herramienta para complementar los métodos radiográficos para determinación de la longitud de trabajo, ya que reduce el número de radiografías requeridas, y puede ser utilizado en pacientes con algunas indicaciones especiales como casos donde la porción apical del sistema de conductos radiculares está obstruida por dientes impactados o estructuras anatómicas, cuando existe densidad de hueso excesiva, presencia de reabsorciones a nivel apical o aún en patrones de hueso medular y cortical normal. En estos casos pueden proveer información que la radiografía no ofrece. También deben ser utilizados en niños que no toleren la toma de radiografías, y en pacientes con discapacidad o pacientes sedados, en pacientes con reflejo nauseoso, y por último, en pacientes quienes no tienen la capacidad de mantener la radiografía en su sitio con enfermedades como en el Parkinson.

1.2 Recomendaciones

La mayoría de las investigaciones realizadas para determinar la longitud de trabajo en dientes primarios se han realizado in vitro y algunos de estos modelos experimentales in vitro han arrojado resultados que sugieren que se puede lograr una mayor precisión que la hallada en la realidad clínicamente.

Por esta razón, se considera importante realizar estudios clínicos adicionales que utilicen nuevas generaciones de dispositivos electrónicos para detectar la longitud radicular, como lo son aquellos localizadores electrónicos de ápice integrados a los motores de preparación endodóntica, dispositivos que están siendo estudiados en dentición permanente.

También sería importante sugerirle a las casas comerciales, trabajar en el diseño de dispositivos que suplan las falencias que éstos han presentado en la dentición temporal.

Valdría la pena realizar estudios que evalúen la concordancia entre estos dos métodos in vivo, realizando análisis de variables que podrían afectar la concordancia clínicamente como: la solución irrigadora, tamaño del foramen y agruparlos por tipo de diente.

A. Anexo: Formato de recolección de la información

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION PARA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL		
Nombre: _____		Género: F: _____ M: _____
Edad: _____	Fecha de nacimiento: _____	
Clínica donde es atendido: _____		
Diagnóstico:		Pulpitis Irreversible _____ Periodontitis apical crónica no supurativa _____ Necrosis pulpar _____
Número de diente:		
Primer molar: _____	Inf: _____	Sup: _____
Segundo molar: _____	Inf: _____	Sup: _____
Conducto DV: _____	MV: _____	P: _____
Conducto M: _____	Conducto D: _____	
Reabsorción Radicular:	SI: _____	NO: _____
Vitalidad:	(+): _____	(-): _____
Conductometría en mm:		
Radiografía convencional:	_____	

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION PARA LOCALIZADOR ELECTRONICO

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha de nacimiento: _____

Género: F: _____ M: _____

Clínica donde es atendido: _____

Diagnóstico:

Pulpitis Irreversible _____

Periodontitis apical crónica no supurativa _____

Número de diente:

Necrosis pulpar _____

Primer molar: _____ Inf: _____ Sup: _____ Segundo molar: Inf: _____

Sup: _____

Conducto DV: _____ MV: _____ P: _____

Conducto M: _____ Conducto D: _____

Reabsorción Radicular: SI: _____ NO: _____

Vitalidad: (+): _____ (-): _____

Conductometría en mm:

Localizador electrónico de ápice: _____

Anexo B. Consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio del presente lo invitamos a participar del estudio clínico titulado “Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice”, que se está realizando para determinar cuál de las dos pruebas o instrumentos estudiados producen resultados lo suficientemente comparables que los haga intercambiables entre sí. Su decisión de permitir la participación de su hijo menor de edad en este estudio es totalmente voluntaria, por favor lea detenidamente este consentimiento y realice todas las preguntas que considere antes de firmarlo y decidir aceptar la participación del menor en el estudio.

Yo, _____ por el presente, estoy de acuerdo en permitir la participación del menor de edad: _____, identificado con _____ en el Estudio que tiene como título: “Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice”. He sido informado por los investigadores de los objetivos del estudio, el cual pretende: Establecer el grado de concordancia existente entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice in vivo para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales.

He sido informado que la investigación se justifica por las siguientes consideraciones: poder determinar hasta qué punto los resultados obtenidos con los métodos convencionalmente utilizados para determinar la longitud del conducto radicular en dientes temporales; la radiografía y localizador electrónico de ápice, son equivalentes. Los nuevos métodos para determinar longitud radicular como los localizadores apicales han sido ampliamente estudiados en dientes permanentes, sin embargo en dientes temporales son pocos los estudios que han sido citados por la literatura internacional.

Dejo constancia de que he sido enterado y de que conozco los riesgos que implica esta investigación, tales como es posible que el paciente sienta algunas molestias propias del procedimiento, tales como inflamación en la encía alrededor del diente tratado, adormecimiento, y edema, leve dolor a la palpación y percusión, sangrado gingival por la grapa, los cuales serán transitorios, . Así mismo pueden existir complicaciones propias del procedimiento como fractura del instrumento dentro del conducto radicular, las cuales el profesional encargado, está en capacidad de solucionar durante el procedimiento. Igualmente conozco los beneficios de la investigación, tales como recibir la mejor opción en la determinación de la longitud de trabajo al momento de la realización de la terapia pulpar, y ayudar a otros pacientes que requieren el mismo tratamiento a conocer cuál de las dos mediciones produce los resultados comparables entre sí. Se deja constancia que los participantes no recibirán ningún tipo de remuneración económica por su participación en el estudio.

He sido informado que se surtirá el procedimiento descrito a continuación: luego de constatar que el diente y el paciente pediátrico cumple con los criterios de inclusión establecidos y previa firma y aprobación del consentimiento informado por parte de los padres o acudientes y el asentimiento del menor se procederá a iniciar la terapia pulpar, previa colocación de anestesia troncular y aislamiento con tela de caucho, se realizará la cavidad de acceso, se localizarán los conductos

radiculares con un explorador de conductos y se comprobará la patencia del conducto utilizando una lima de pre-serie y se procederá a determinar la longitud de trabajo utilizando los dos métodos objeto del estudio. La medición electrónica se tomará usando el localizador apical Ipex® (NSK, Japón) y posteriormente se procederá a tomar la medición utilizando la radiografía convencional.

La duración estimada del estudio son ocho meses, entiendo que los investigadores pueden detener el estudio o mi participación en cualquier momento sin mi consentimiento.

Así mismo tengo derecho a retirarme del estudio en cualquier momento.

Por el presente autorizo a los investigadores de éste estudio de publicar la información obtenida como resultado de mi participación en el estudio, en revistas u otros medios legales, y de permitirles revisar mi historia clínica, guardando la debida CONFIDENCIALIDAD de mi nombre y apellidos.

Entiendo que todos los documentos que revelen mi identidad serán confidenciales, salvo que sean proporcionados tal como se menciona líneas arriba o requeridos por Ley

Para cualquier queja acerca de los derechos de usted como paciente, contactar al Comité de ética de la Corporación Universitaria Rafael Núñez, teléfono 6649970 con la Dr. (a) Natalia Fortich M, Investigador principal en ésta ciudad.

El menor de edad ha sido informado sobre el procedimiento al que va a ser sometido y por medio de este documento se deja constancia que desea colaborar con la realización del procedimiento.

Si desea permitir la participación del menor en este estudio, después de haber leído la información, por favor lea la siguiente página y firme en la sección correspondiente para permitir la inclusión del menor de edad en el estudio.

Investigadores: _____ Tel: _____
 _____ Tel: _____
 _____ Tel: _____

 Firma del Investigador

Nombre del participante: _____

Representante legal: _____

Firma del Representante legal: _____

Fecha: ____/____/20____

 Testigo 1:

 Testigo 2:

Fecha: ____/____/____.

Investigación # _____

Iniciales del paciente: _____

Estudio aprobado el Comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia y por el Comité de ética de la Dirección de Investigación de la Corporación Universitaria Rafael Núñez-

"DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE"

Yo, voluntariamente acepto participar en el estudio "Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice".

He leído y entendido en consentimiento informado y los riesgos allí descritos, entiendo que recibiré copia del formato de consentimiento informado. Entiendo que me puedo retirar del estudio en cualquier momento.

Huella índice derecho

Nombre del participante: _____

Representante legal: _____

Firma del Representante legal: _____

Relación con el participante: _____

Fecha: ____/____/20____

Testigo 1:

Testigo 2:

Fecha: ____/____/____

Bibliografía

1. Ruiz Morales, A, Morillo Zárate, L E. Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada. Bogotá: Panamericana, 2004. p 294
2. Sackett DL. The rational clinical examination. A primer on the precision and accuracy of the clinical examination. JAMA. 1992 May 20; 267(19):2638-44.
3. Last J. A dictionary of Epidemiology. New York, NY, USA.: Oxford University Press; 1983
4. Cohen. Los caminos de la pulpa. Editorial Harcourt. Séptima Edición. España. 2005. Pág. 824
5. Pitts NB, Evans DJ, Nugent ZJ. The dental caries experience of 5-year-old children in Great Britain. Surveys coordinated by the British Association for the Study of Community Dentistry in 1999/2000. Community Dental Health 2001;18:49-55
6. Frencken JE, Sithole WD, Mwaenga R, Htoon HM, Simon E. National oral health survey Zimbabwe 1995: Dental caries situation. International Dental Journal 1999; 49:3-9.
7. Szoke J, Petersen PE. Evidence for dental caries decline among children in an East European country (Hungary). Community Dentistry and Oral Epidemiology 2000; 28: 155-60.
8. Alonge OK, Narendran S. Dental caries experience among school children in St Vincent and the Grenadines: Report of the first national oral health survey. Community Dental Health 1999; 16:45-9.
9. Kaste IM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, Brunelle JA, Winn DM, Brown LJ. Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 years of age: United States, 1988-1991. Journal of Dental Research 1996;75 (Special Issue):631-41.
10. Hinds K, Gregory JR. National Diet and Nutrition Survey: children aged 1.5 to 4.5 years. Report of the dental survey. Vol. 2, London: HMSO, 1995:11-20.
11. Ministerio de Salud - República de Colombia, Centro Nacional de Consultoría CNS: III- ENSAB III; Tomo VII. Bogotá: Lito Servicios ALER; 1999. p. 84-88.
12. Andlaw RJ, Rock WP. A Manual of Pediatric Dentistry, 4th ed. London: Churchill Livingstone: 1997p. 107.
13. Cárdenas, D. Odontología Pediátrica. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas, CIB. Fundamentos de Odontología .2003

14. Mente J, Seidel J, Buchalla W, Koch MJ. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. *Int Endod J*. 2002 May; 35(5):447-52.
15. Holan G, Fuks AB. A comparison of pulpectomies using ZOE and KRI paste in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 1993 Nov-Dec; 15(6):403-7.
16. Kielbassa AM, Muller U, Munz I, Monting JS. Clinical evaluation of the measuring accuracy of ROOT ZX in primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003 Jan; 95(1):94-100.
17. Subramaniam P, Konde S, Mandanna DK. An in vitro comparison of root canal measurement in primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2005 Sep;23(3):124
18. Grove CJ. Further evidence that root canals can be filled to the dento-cemento junction. *JADA*. 1930.17:1529-35.
19. McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dental Clinics of North America* .1992. 36, 293–307.
20. Pratten DH, McDonald NJ. Comparison of radiographic and electronic working lengths. *J Endod*. 1996 Apr; 22(4):173-6.
21. Shabahang S, Goon WW, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod*. 1996 Nov; 22(11):616-8.
22. Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod*. 1998 Jun; 24(6):438-41.
23. Berman LH, Fleischman SB. Evaluation of the accuracy of the Neosono-D electronic apex locator. *J Endod*. 1984 Apr;10(4):164-7
24. Fouad AF, Rivera EM, Krell KV. Accuracy of the endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J Endod*. 1993 Feb; 19(2):63-7.
25. Kaufman AV, Katz A. Reliability of Root ZX apex locator tested by an in vitro model. *J Endod*.1993. 19: 201.
26. Fouad AF, Reid LC.Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *J Endod*. 2000 Jun; 26 (6):364-7.
27. Shabahang S, Goon WWY, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J of Endod*. 1996; 22:616–8.
28. Ricard O, Roux D, Bourdeau L, Woda A. A clinical evaluation of the accuracy of the Evident RCM Mark II apex locator. *J of Endod*. 1991; 17:567–9.
29. Keller ME, Brown CE, Newton CW. A clinical evaluation of the Endocater—an electronic apex locator. *J of Endod*. 1991; 17:271–4.

30. Fouad AF, Krell KV. An in vitro comparison of five root canal length measuring instrument. *J of Endod.* 1989; 15:573–7.
31. Soares I J, Goldberg F. *Endodoncia. Técnica y Fundamentos.* Ed. Panamericana. 2da Edición. 2012.
32. Selzer S, Soltanoff W, Smit J. Biologic aspects of endodontics periapical tissue reaction to root canal instrumentation beyond the apex and root canal fillings short of and beyond the apex. *Oral Surg.* 1973.36:725
33. Palmar MJ, Weine FS, Healy HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Can Dent Assoc.* 1971.37:305.
34. Grove CJ. 1930. Further evidence that root canals can be filled to the dento-cemento junction. *J Am Dent Assoc.* 17: 1529-35
35. Weine F. *Tratamiento endodóntico.* 1997 Madrid: Harcourt Brace, pág. 395-422
36. Frank AL., Torabinejad M. Valoración in vivo del localizador electrónico de ápice *Endex.* *J. Endodon;* 1993. 11 (4): 212-215.
37. ElAyouti A, Dima E, Löst C.A tactile method for canal length determination in teeth with open apices. *Int Endod J.* 2009 Dec;42(12):1090-5
38. Rodd HD, Waterhouse PJ, Fuks AB, Fayle SA, Moffat MA; British Society of Paediatric Dentistry. Pulp therapy for primary molars. *Int J Paediatr Dent.* 2006 Sep; 16 Suppl 1:15-23.
39. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. *Pediatr Dent.* 2004;26 (7 Suppl):115-9.
40. Goldberg F, De Silvio AC, Manfré S, Nastri N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod.* 2002 Jun;28(6):461-3.
41. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. Ex vivo evaluation of the ability of four different electronic apex locators to determine the working length in teeth with various foramen diameters. *Aust Dent J.* 2006 Sep;51(3):258-62.
42. Tosun G, Erdemir A, Eldeniz AU, Sermet U, Sener Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. *Int Endod J.* 2008 May;41(5):436-41.
43. 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 Apr; 41(4):317-21.
44. Bodur H, Odabaş M, Tulunoğlu O, Tinaz AC. Accuracy of two different apex locators in primary teeth with and without root resorption. *Clin Oral Investig.* 2008 Jun; 12(2):137-41.

-
45. Angwaravong O, Panitvisai P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. *Int Endod J.* 2009. 42, 115–121.
 46. Mariane Emi Sanabe, Maria Daniela Basso. Digital versus conventional radiography for determination of primary incisor length. *Braz J Oral Sci.* April/June 2009 - Volume 8, Number 2.
 47. Mello-Moura ACV, 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, 142–147.
 48. Nelson-Filho P, Romualdo PC, Bonifa´cio KC, Leonardo MR, Silva RAB, Silva LAB. Accuracy of the iPex multifrequency electronic apex locator in primary molars: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2011 Apr; 44(4):303-6.
 49. Beltrame APCA, Triches TC, Sartori N, Bolan M. Electronic determination of root canal working length in primary molar teeth: an in vivo and ex vivo study. *Int Endod J.* 2011 May; 44(5):402-6.
 50. Stöber EK, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of root ZX and iPex apex locators: an in vivo study *J Endod.* 2011 May;37(5):608-10
 51. Patiño-Marín N, Zavala-Alonso NV, Martínez-Castañón GA, Sánchez-Benavides N, Villanueva-Gordillo M, Loyola-Rodríguez JP, Medina-Solís CE. Clinical evaluation of the accuracy of conventional radiography and apex locators in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2011 Jan-Feb; 33(1):19-22.
 52. Chougule RB, Padmanabhan MY, Mandal MS. A comparative evaluation of root canal length measurement techniques in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2012 May-Jun; 34(3):53-6.
 53. A Gómez de la Cámara “Caracterización de pruebas diagnósticas “Neurología 2003 ; 8 (s1)31-38.
 54. Cortés-Reyes É, Rubio-Romero J A, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* Vol. 61 No. 3; 2010; (247-255).
 55. Bautista G, Tamayo MC. Evaluación de pruebas diagnósticas. *Estudios de concordancia. Revista Científica Facultad de Odontología Universidad El Bosque.* 2005; 11(2):74-9.
 56. Fernández P, Díaz P. La fiabilidad de las mediciones numéricas. [Sitio en Internet]. Visitado 2012 Nov 16. Disponible en: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.pdf
 57. López de Ullibarri Galparsoro I, Pita Fernández, S. Medidas de concordancia: el índice de Kappa. *Cad Aten Primaria* 1999; 6: 169-171. Actualización 24/09/2001 Sitio

- en Internet]. Visitado 2012 Nov 16. Disponible en: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa2.pdf>
58. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989; 45(1):255-68. Epub 1989/03/01
 59. Mc Bride G. A proposal for strength of agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient. NIWA Client Report. 2005:HAM2005-062.
 60. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 8476):307-10. Epub 1986/02/08.
 61. Tannure PN, Azevedo CP, Barcelos R, Gleiser R, Primo LG. Long-term outcomes of primary tooth pulpectomy with and without smear layer removal: a randomized split-mouth clinical trial. *Pediatr Dent*. 2011 Jul-Aug; 33(4):316-20.
 62. Mendoza AM, Reina JE, Garcia-Godoy F. Evolution and prognosis of necrotic primary teeth after pulpectomy. *Am J Dent*. 2010 Oct; 23(5):265-8.
 63. Balto, Khaled A. Modern electronic apex locators are reliable for determining root canal working length. *Evidence-Based Dentistry* (2006) 7, 31–32.
 64. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004; 37:425–37.
 65. Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, Knowles KI, Ludlow MO. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *J Endod* 1999; 25:625–626.
 66. Nelson-Filho P, Lucisano MP, Leonardo MR, da Silva RA, da Silva LA. Electronic working length determination in primary teeth by ProPex and Digital Signal Processing. *Aust Endod J*. 2010 Dec; 36(3):105-8.
 67. Venturi M, Breschi L. A comparison between two electronic apex locators: an in vivo investigation. *Int Endod J*. 2007 May;40(5):362-73.
 68. Carrasco JL, Jover L, King TS, Chinchilli VM. Comparison of concordance correlation coefficient estimating approaches with skewed data. *Journal of biopharmaceutical statistics*.2007; 17(4):673-84.
 69. De Vasconcelos BC, do Vale TM, de Menezes AS, Pinheiro-Junior EC, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, et al.. An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e57-e61.
 70. Duran-Sindreu F, Gomes S, Stöber E, Mercadé M, Jané L, Roig M. In vivo evaluation of the iPex and Root ZX electronic apex locators using various irrigants. *Int Endod J*. 2012 Dec 24.
 71. Paludo L, Souza SL, Só MV, Rosa RA, Vier-Pelisser FV, Duarte MA. An in vivo radiographic evaluation of the accuracy of Apex and iPex electronic Apex locators. *Braz Dent J*. 2012;23(1):54-8.

72. Giraldo S, Mossos R, Muñoz M, Perea C, Prado, C. Prevalence of cavities and periodontal diseases in school age children in Cali's public school district in the year 2005. *Colomb Med.* 2008; 39 Supl 1: 47-4507.
73. Díaz-Cárdenas S, González-Martínez F. The prevalence of dental caries related to family factors in schoolchildren from the city of Cartagena in Colombia. *Rev Salud Publica (Bogota)*. 2010 Oct;12(5):843-51.
74. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 37, 425–437, 2004.
75. Lin, L, I,. Assay Validation Using the Concordance Correlation Coefficient. *Biometrics* Vol. 48, No. 2 (Jun., 1992), pp. 599-604.