



UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

**INFLUENCIA DEL
CALIBRADO APICAL EN EL ÉXITO DEL
TRATAMIENTO DE CONDUCTOS.**

***INFLUENCE OF APICAL GAUGING IN THE
SUCCEFULL CANAL ROOTS TREATMENT.***

**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN ODONTOLÓGIA RESTAURADORA,
ESTÉTICA Y FUNCIONAL**

LORETO MEZQUITA MATEOS

CURSO 2020-2021



D. JUAN JOSÉ SEGURA EGEA, CATEDRÁTICO DE PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER OFICIAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA, ESTÉTICA Y FUNCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

CERTIFICAN: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “**LA INFLUENCIA DEL CALIBRADO APICAL EN EL ÉXITO DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS**” HA SIDO REALIZADO POR **LORETO MEZQUITA MATEOS** BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 8 DE JUNIO DE 2021.

SEGURA
EGEA JUAN
JOSE -
25956216A

Firmado
digitalmente por
SEGURA EGEA JUAN
JOSE - 25956216A
Fecha: 2021.06.08
09:59:03 +02'00'

D/D^a Juan J. Segura Egea

TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. LORETO MEZQUITA MATEOS con DNI 77846420E alumno/a del Máster Oficial de ODONTOLOGÍA RESTAURADORA, ÉSTÉTICA Y FUNCIONAL de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado:

“INFLUENCIA DEL CALIBRADO APICAL EN EL ÉXITO DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS”

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el CURSO 2020-2021 es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de NO APTO y que asumo las consecuencias legales que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 8 de JUNIO de 2021

Fdo.: LORETO MEZQUITA MATEOS

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, dar las gracias al Dr. Juan José Segura Egea, catedrático de la Universidad por haberme tutorizado y ayudado en el desarrollo de este TFG.

A mi familia por apoyarme siempre en mis decisiones y desarrollo profesional.

A mis compañeras del Máster, por todo el apoyo mutuo y amistad forjada estos meses.

INDICE

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
3.1 PORCIÓN RADICULAR.....	3
3.1.1 Cavidad pulpar.....	3
3.2 PATOLOGÍA PULPO-PERIAPICAL.....	5
3.3 TRATAMIENTO DE CONDUCTOS.....	7
3.3.1 Preparación biomecánica de los conductos:.....	7
3.3.2 Determinar la longitud de trabajo.....	8
3.3.3 Limpieza y desinfección:.....	9
3.3.4 Calibrado apical.....	9
3.3.5 Obturación del conducto.....	10
4. OBJETIVOS.....	11
5. METODOLOGÍA.....	12
7. DISCUSIÓN.....	20
7.1 Importancia del límite apical en el éxito del tratamiento de conductos.....	20
7.2 Métodos de localización de la constricción apical.....	22
7.3 Identificación del diámetro apical para el calibrado.....	23
7.4 Técnica de agrandamiento apical en dientes con lesiones periapicales.....	24
7.5 Anomalías anatómicas que afectan a la constricción apical.....	25
8. CONCLUSIÓN.....	27
9. BIBLIOGRAFÍA.....	28

1. RESUMEN

Introducción: Son numerosos los factores que pueden influenciar el éxito o fracaso del tratamiento de conductos, entre ellos, es imprescindible un buen conocimiento anatómico y manejo de las técnicas de instrumentación, irrigación y obturación. El calibrado apical es una técnica que permite determinar el diámetro de la constricción apical durante la instrumentación. Esta revisión pretende esclarecer qué límite se debe establecer para realizar la instrumentación y el calibrado, evaluar la precisión de las técnicas de localización de ápices, determinar el diámetro adecuado para el calibrado apical mediante las innovadoras técnicas de agrandamiento en dientes con patologías periapicales y el manejo clínico de dientes con anomalías que afectan a la constricción.

Metodología: se realizaron diferentes búsquedas según los parámetros que se querían analizar. Se obtuvieron un total de 242, 20 de los cuales se ajustaron a los criterios de inclusión y exclusión. También se realizó una búsqueda manual en revistas de gran factor de impacto, obteniendo 7 estudios.

Resultados y conclusiones: en esta revisión bibliográfica, se han expuesto estudios experimentales in vivo e in vitro. Estos estudios establecen la constricción apical como límite de la instrumentación. La combinación del localizador de ápices y las radiografías aportan mayor precisión en la determinación de la longitud de trabajo. Preflaring y limas sin ahusamiento proporcionan mayor precisión en el calibrado del diámetro de la constricción. Estudios recientes muestran casos de periodontitis apicales, donde el alargamiento apical junto con la limpieza mecánica, proporciona buenos resultados reduciendo los tratamientos a una sola visita. En reportes de casos recientes, se ha visto como en anomalías que afectan a la constricción apical como dientes taurodónticos o dens invaginatus, el uso de CBCT, microscopía, irrigación ultrasónica a concentraciones bajas y sistema de obturación termoplástica favorecen el éxito de estos tratamientos complejos.

Palabras clave: calibrado apical, límite apical, constricción apical, localizador de ápices, radiografías, longitud de trabajo, tamaño apical, instrumentación del canal radicular

2. ABSTRACT

Introduction: There are many factors that can influence on the success or failure of root canal treatment, among them, a good anatomical knowledge and a management of instrumentation, irrigation and obturation techniques. Apical gauging is a technique use to determine the diameter of apical constriction during instrumentation. This review aims to clarify what limit should be established to perform the instrumentation, to evaluate the precision of apex locators techniques, determine the appropriate diameter to apical gauge using innovative enlargement methods in teeth with periapical pathologies and the clinical management of teeth with anomalies that affect the apical constriction.

Methodology: Different searches were carried out according to the parameters to be analyses on Pubmed. A total of 242 were obtained, 20 of which were adjusted to the inclusion and exclusion criteria. A manual search was also carried out in journals with a high impact factors obtaining 7 studies.

Results and conclusions: In this literature review, experimental in vivo and in vitro studies have been reported. These studies establish the apical constriction as the limit of the instrumentation. The combination technique of the apex locator and radiography provide greater precision in determining the working length. Preflaring and non-taper files provide better results in the apical gauging of apical constriction`s diameter. Recent studies show cases of apical periodontitis, where apical enlargement with mechanical cleaning provides good results reducing treatment to a single visit. In recent case reports, it has been seen the use of CBCT, microscopy, ultrasonic irrigation at low concentrations and thermoplastic obturation system to the complex treatments of teeth with anomalies.

Keywords: apical gauging, apical limit, apical constriction, apex locator, radiographs, working length, apical size, root canal instrumentation.

3. INTRODUCCIÓN

Son numerosos los factores que pueden influenciar el éxito o fracaso del tratamiento de conductos como pueden ser la anatomía radicular y apical, las técnicas de instrumentación y obturación utilizadas, el estado patológico pulpar o periapical previo, etc. (1) Esta revisión pretende esclarecer la importancia de la conformación apical como factor clave en el pronóstico del tratamiento.

Autores como Grossman han reconocido la limpieza como la parte más importante de la terapia; por su parte, Schilder entre otros, introducen la conformación de los conductos como indispensable, centrando el foco del éxito en la instrumentación de la zona apical para obtener una adecuada forma y terminación del canal para la obturación. (2)

3.1 PORCIÓN RADICULAR

La porción radicular tiene origen en su formación durante la odontogénesis, con el desarrollo de la vaina epitelial de Hertwig, que determinará la morfología, número radicular y de conductos. En su formación, realizará un pliegue en forma de diafragma epitelial que delimitará el futuro foramen apical.

3.1.1 Cavidad pulpar

La cavidad interna de los dientes se encuentra ocupada por la pulpa. Esta cavidad pulpar, consta de una zona coronal (cámara), conductos radiculares y el ápice.

- **Conductos radiculares:** parte de la cavidad pulpar que conecta la cámara pulpar y el periodonto, y se extiende a lo largo de la raíz. Los conductos están formados por dos paredes, la pared dentinaria y cementaria, separadas por el foramen o la constricción apical (límite cemento-dentinario). Son conductos generalmente de forma cónica, pero su gran variedad en la disposición, trayectoria, número, calibre y forma ha dado lugar a múltiples clasificaciones y la presencia de ramificaciones de los conductos en toda su longitud, sobre todo en el ápice radicular.
- **Ápice radicular:** comprende los 3 milímetros finales de la raíz. La presencia de ramificaciones como los canales secundarios o presencia de delta apical, agudiza la complejidad de esta zona anatómica. En la literatura, se describen diferentes componentes en el ápice radicular:
 - o **Límite cemento-dentinario:** es una estructura histológica que representa la unión de la dentina y el cemento. Este punto se considera límite en la preparación biomecánica, siendo el conducto dentinario la zona de

instrumentación. También se conoce como el lugar de transición de tejido pulpar y periodontal.

- **Constricción apical (CA):** representa el punto en el que el conducto radicular alcanza el diámetro más estrecho. Basados en el estudio de Kuttler (1955), Ingle (1973) y Weine (1982) afirmaron que la zona más estrecha del conducto coincidía con la unión cemento-dentinaria, y que este punto se ubicada a 1mm del ápice radiográfico. Langeland en 1996, demostró que la unión cemento-dentina era irregular en todas las paredes del conducto, y que no coincidía con la constricción apical, por lo que no lo consideró ninguna medida desde el ápice radiográfico como válida. (3)

Esta constricción no siempre está presente, como indica este estudio realizado por Paul Dummer, en el que la CA no fue hallada en más del 50% de los dientes estudiados (4). Su anchura promedio en dientes jóvenes es de 0,224 mm y 0,210 mm en envejecidos según el estudio de Kuttler (1955) (5). La localización respecto al foramen apical, no está clara, según Champan se encuentra entre 0,5-1mm del ápice y Kuttler aporta un valor promedio de 0.59mm del foramen.

Tras el estudio de Dummer sobre 270 dientes, concluyó una distancia entre la CA y el ápice radiográfico de 0,89 mm con una variación de 0,5-2mm. En el mismo estudio, se distinguieron 4 tipos morfológicos de CA:

- Tipo A: constricción simple.
- Tipo B: estrechamiento en forma de embudo, cuya zona más estrecha está muy cerca del vértice.
- Tipo C: multiconstricción
- Tipo D: constricción larga, en la que la parte más estrecha del canal comprende un tramo.(4)

- **Foramen apical (FA):** orificio frecuentemente lateral del conducto principal hacia la superficie externa, que cuenta con un diámetro de 0.21-0.39 mm y se encuentra a una distancia del ápice anatómico de 0.2-3.8 mm.

- **Ápice anatómico:** es el vértice anatómico radicular del diente.

- **Ápice radiográfico:** vértice radicular del diente determinado radiográficamente, que puede no coincidir con el ápice anatómico debido a la distorsión.(6)

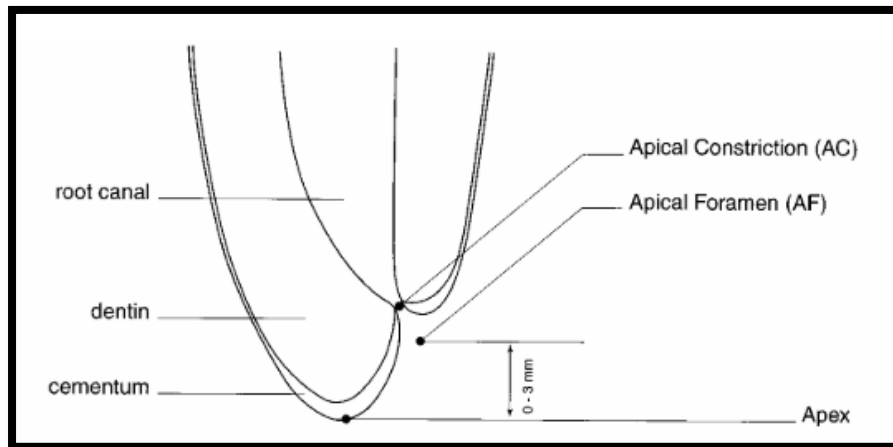


Ilustración 1- Anatomía ápice radicular (7)

3.2 PATOLOGÍA PULPO-PERIAPICAL

La patología pulpo-periapical tiene su origen en la ruptura de la integridad de los tejidos dentales, que provoca la entrada de microorganismos induciendo la progresión de la caries dental hasta el tejido conectivo pulpar. Una vez alcanzada la pulpa, ésta comienza una respuesta inmunitaria caracterizada por una reacción inflamatoria de defensa ante agentes nocivos (8).

Clasificación clínica de la patología pulpar según los criterios de Walton y Torabinejad y Tronstad:

- **Pulpitis reversible:** es la inflamación de la pulpa ante agresiones leves o moderadas, con capacidad de recuperarse y mantener su vitalidad. Puede ser sintomática o asintomática, aunque ésta última es la más frecuente. El tratamiento de este tipo de infecciones remite con procedimientos de protección pulpar.
- **Pulpitis irreversible:** es la inflamación de la pulpa dental ante las agresiones moderadas e intensas, sin capacidad reparativa.
 - o **Sintomática:** como consecuencia de no tratar la pulpitis reversible, la inflamación se agrava pudiendo provocar trasudado de plasma que al no encontrar vía de escape, causa dolor (serosa) o purulenta (abscesos)

pulpares). Requiere tratamiento de urgencia, médico inflamatorio y endodóncico, mediante el tratamiento de conductos en dientes con desarrollo radicular completo.

- **Asintomática:** sin síntomas agudos. La forma clínica más común en la “cerrada” en la que no existe comunicación con el medio externo. Aunque también se conoce la forma ulcerada, en la que la cavidad se encuentra expuesta y necrosada; y la forma hiperplásica, caracterizada por la formación de una masa granulomatosa. Requiere tratamiento endodóncico en dientes con ápice cerrado.
- **Necrosis pulpar:** patología asintomática caracterizada por la muerte y destrucción del tejido pulpar y de su red vascular, linfática y nerviosa. Requiere tratamiento endodóncico en dientes con ápice cerrado.

Cuando la patología pulpar alcanza el periápice a través del conducto apical, laterales o por la furcación, se produce la inflamación del periodonto apical y/o lateral.

- **Periodontitis apical sintomática asociada con pulpitis reversible:** se produce una reacción inflamatoria e inmune inespecífica, acompañada de una vasodilatación e hiperemia periapical, que remite con el tratamiento de la pulpitis que lo causa. Se realiza un tratamiento de las causas que lo han producido para remitirlo.
- **Periodontitis apical sintomática asociada a la pulpitis irreversible:** se produce una respuesta inflamatoria aguda más intensa que la anterior con trasudado periapical seroso, que si no es tratada puede avanzar hasta formar un absceso apical agudo que evoluciona en sus formas más graves hacia la celulitis facial odontógena. Requiere tratamiento de urgencia, médico antibiótico y endodóncico.
- **Periodontitis apical asintomática granulomatosa:** se produce como resultado de una creciente respuesta inmune específica y formación de tejido de granulación. En caso de aparecer síntomas, sería debido a una reagudización de la forma sintomática supurada, con la formación de un absceso fénix. Requiere tratamiento médico antibiótico y endodóncico.
- **Periodontitis apical asintomática supurada:** se produce con la formación de un absceso apical crónico con drenaje purulento. Requiere tratamiento médico antibiótico y endodóncico.

- **Periodontitis apical asintomática: formación del quiste apical:** es una lesión cavitaria revestida por hueso cortical denso que contiene sustancias inflamatorias y restos epiteliales en su interior. Requiere tratamiento endodóncico.
- **Osteítis condensante:** reacción inflamatoria ante un estímulo de infección pulpar acompañada de una reacción y condensación ósea. (9)

3.3 TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

El tratamiento de conductos tiene como objetivo resolver la enfermedad pulpo-periapical mediante la extirpación de la pulpa dental infectada, realizando una correcta limpieza, desinfección y conformación de los conductos radiculares para la posterior obturación y sellado.

3.3.1 Preparación biomecánica de los conductos:

Muchas teorías han sido planteadas a lo largo de la historia para conseguir una adecuada preparación mecánica, teorías como la de Jasper o Buchanan defendían una mínima preparación del tercio apical evitando así la posible extrusión de la gutapercha, por otra parte, Weine optó por una ampliación del diámetro apical de hasta 3 limas superiores a su tamaño.

Es importante resaltar, que conseguir una adecuada preparación mecánica no solo implica impedir la extrusión o el transporte apical, y que pueda ser obturada correctamente, si no también es un factor clave, conseguir un diámetro que permita una buena limpieza y desinfección de los residuos del canal para asegurar un mayor éxito en el tratamiento de conductos. (2) Tras conseguir un buen acceso a la cámara pulpar se produce la instrumentación.

Secuencia clínica de la técnica corono-apical de instrumentación rotatoria del canal pulpar:

- Consiste en realizar una preparación del tercio coronal y medio que permita un buen acceso de las limas y la solución irrigadora hasta la zona apical del conducto Para ello, se realiza *preflaring* con limas Gates Glidden o Peeso, o las que cada sistema aporte para esta técnica, identificada por ser la más corta sin llegar a la longitud de trabajo.

- Una vez facilitada la entrada por el tercio coronal-medio, se realiza *Glide path*, con una lima K de pequeño calibre manual (lima 8, 10, 15) o rotatoria (por ejemplo, las limas Pathfile del sistema Protaper Next) hasta la longitud de trabajo medida con el localizador de ápices, con el objetivo de trazar una vía de trabajo para el resto de las limas hasta la constricción apical.
- En el proceso de preparación, los restos bacterianos y pulpares pueden quedar compactados en el interior del conducto, es por eso por lo que, Buchanan introdujo el concepto de permeabilización apical (*patency*) que permite evitar el taponamiento y facilita el paso de la solución irrigante durante la instrumentación introduciendo una lima de pequeño calibre que sobrepasa la constricción apical 0,5 mm.
- La secuencia clínica continúa con la instrumentación del conducto hasta la LT con limas de mayor calibre y conicidad y movimientos de cepillado hasta determinar el diámetro de la constricción apical siguiendo la secuencia de cada técnica. Por cada lima que se introduzca, es necesario irrigar y permeabilizar (*patency*) (9).

3.3.2 Determinar la longitud de trabajo

La longitud de trabajo se puede definir como la distancia existente hasta la constricción apical, tomando como punto de partida, una referencia visible en la superficie oclusal. Son diversas las técnicas que han sido empleadas para determinar la longitud de trabajo, entre ellas se encuentran:

- **Radiografías apicales:** es una técnica poco exacta, ya que, debido a la distorsión y la visión bidimensional, el ápice radiográfico no coincide con el anatómico, por lo que la constricción no puede identificarse. Actualmente se suele usar como técnica complementaria para la estimación de la constricción, que se encuentra en un rango de hasta 2 mm del ápice radiográfico.
- **Localizadores electrónicos:** los localizadores miden la longitud de trabajo a partir de la resistencia e impedancia del paso de la corriente eléctrica por el conducto hasta alcanzar el tejido periapical, donde el circuito eléctrico se completa. Su aparición disminuyó la exposición de los pacientes a radiaciones. Durante las últimas décadas, se han desarrollado diferentes localizaciones basados en diferentes corrientes y medidores de resistencia o impedancia,

existiendo actualmente localizadores de hasta 4º generación y localizadores integrados en motores endodóncicos. (9,10)

3.3.3 Limpieza y desinfección:

Para una completa limpieza y desinfección del conducto, es necesario hacer uso de soluciones irrigadoras que son introducidas en el conducto durante la conformación para la desinfección y destrucción de residuos bacterianos y pulpares (smear layer), además de favorecer la lubricación. Entre las soluciones irrigadoras más usadas, se encuentra el hipoclorito sódico a concentraciones de 5,25% combinado con EDTA al 17%. Existen diferentes técnicas manuales y mecánicas de irrigación que permiten llevar la solución hasta la zona más apical del conducto. (8,11) La aguja, la anatomía del conducto y el sistema de activación del irrigante son factores a considerar en la irrigación:

- Tipo de aguja: se usan agujas con un orificio en el lateral y con un calibre “gauge” que permita la llegada del irrigante a la zona apical. Normalmente, se usan agujas con un calibre de 30G.
- Anatomía del conducto: se debe tener en cuenta el calibre del conducto para la elección de una aguja adecuada, y además, la curvatura, la presencia de canales laterales o irregularidades del conducto puede dificultar la penetración de la solución.
- Activación del irrigante: se produce mediante la agitación de la solución al introducirlo en el conducto, esto permite una mejor penetrancia del mismo a todas las paredes del conducto. Además, se produce el calentamiento de la solución que aumenta su eficacia. Existen sistemas de activación manual y mecanizada: la técnica manual con la aguja convencional, realizada una presión positiva en la inyección del líquido irrigante que favorece su extrusión y pone en duda la seguridad de esta técnica. Es por eso, que se dio paso a técnicas irrigadoras mecanizadas con el uso de ultrasonidos o técnicas de irrigación con presión negativa (Endovac), en la que la jeringa lleva acoplado una microcánula que permite el aspirado del hipoclorito en la zona apical del conducto (11).

3.3.4 Calibrado apical

El calibrado apical es una técnica que permite determinar el diámetro de la constricción apical durante la instrumentación y antes de la obturación, de esta forma es posible controlar el calibre de nuestra preparación biomecánica, para un posterior sellado del conducto. El calibrado apical, en primer lugar debe realizarse con limas manuales del

mismo diámetro al que se esté instrumentando, de forma que, comenzando con una lima rotatoria de diámetro 0,20 mm, a ésta le corresponderá una lima manual del mismo calibre. La lima manual debe generar un “tope apical” al llegar a la longitud de trabajo, es decir, la lima debe quedarse ligeramente retenida en el conducto o generar cierta resistencia y además, el localizador de ápices debe estabilizarse a 0,5 mm del ápice; si esto ocurre, se habrá llegado al diámetro de la constricción apical, en caso contrario, será necesario seguir instrumentando con una lima de calibre superior.

Tras el calibrado apical con las limas manuales, se debe realizar el calibrado del cono de gutapercha, esto permite el sellado con un cono que genere retención (tag back) y que se ajuste a <0,5 mm de la longitud de trabajo, impidiendo su extrusión. El cono de elección debe ser del mismo diámetro o un calibre menor a la lima “maestra” en las técnicas manuales, y de un calibre mayor en técnicas rotatorias.

La radiografía de la conometría, se utiliza como prueba complementaria para confirmar el correcto ajuste de la gutapercha.

3.3.5 Obturación del conducto.

Tras una correcta instrumentación e irrigación del conducto con hipoclorito de sodio al 5,25% y EDTA al 17%, se procede a la obturación, cuya finalidad es sellar y aislar todo el conducto. *Laurichesse y Breillat* definen su relevancia con un objetivo técnico y biológico. El objetivo técnico es completar el conducto con un relleno tridimensional que selle de forma hermética cualquier zona de invasión bacteriana hasta la constricción apical sin llegar al periodonto. Por su parte el objetivo biológico, es conseguir un sellado con un material que permita la reparación de la lesión periapical.

Previa a la obturación del conducto, éste debe estar seco y sin síntomas de enfermedad. La obturación se realiza con puntas de gutapercha y un cemento sellador plástico, que pueden ser introducidos en el conducto mediante diferentes técnicas. La técnica de condensación lateral es la más usada ya que de las técnicas en frío es la que proporciona mejor sellado a nivel apical. Esta técnica consiste en introducir la gutapercha maestra de conicidad al 2%, y gutaperchas accesorias de menor calibre impregnadas de sellador y compactadas con un espaciador unos segundos para fijar su posición. Una vez que el conducto se encuentre totalmente sellado, se debe cortar la gutapercha sobresaliente 1mm por debajo del suelo cameral, y condensar verticalmente con un condensador, cortar la

gutapercha sobresaliente y reconstruir la cavidad de acceso con el material de obturación seleccionado. (9)

4. OBJETIVOS

Esta revisión tiene como objetivo comprobar la influencia del calibrado en el éxito del tratamiento, para ello damos respuesta a dónde se produce el calibrado, cómo se calibra y hasta qué calibre. Además, la influencia de determinadas variaciones anatómicas o patologías previas en la formulación de nuevas técnicas endodóncicas que afectan al calibrado.

- DONDE: hallar el límite apical y el diámetro.
- CÓMO: técnicas de localización de ápices e instrumentos manuales de calibración
- QUÉ calibre: introducción del concepto de “agrandamiento apical”.

5. METODOLOGÍA

Para realizar la siguiente revisión, se definen los criterios de inclusión y exclusión, se localizan, seleccionan e interpretan los estudios. La estrategia de búsqueda consiste en varias búsquedas realizadas tanto en las bases de datos Pubmed y Scopus como de forma manual en las revistas de mayor impacto.

Búsqueda en base de datos:

Criterios de inclusión:

- Artículos en inglés o español
- Artículos de experimentación realizada sobre humanos.

Criterios de exclusión:

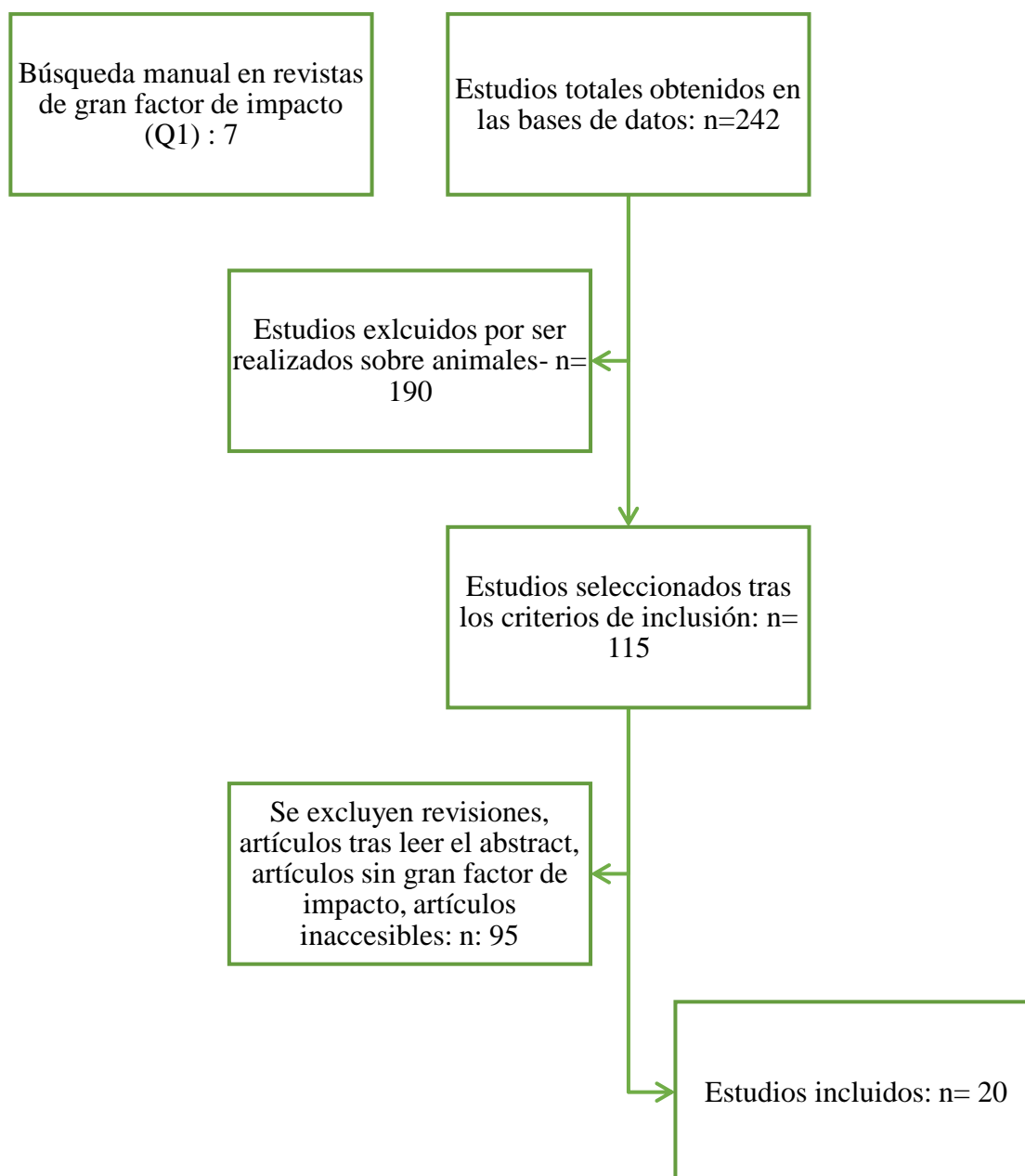
- Exclusión de otras revisiones sistemáticas o meta-análisis
- Estudios sobre animales
- Estudios que no se correspondían con los criterios de búsqueda
- Estudios a los que no se tenía acceso.
- Estudios de revistas sin gran factor de impacto.
- Estudios excluidos tras la lectura del resumen

1- Se realizó una primera búsqueda usando las siguientes palabras clave: apex locator, radiography y “working length”. Y los operadores booleanos AND/OR, comillas, asteriscos y paréntesis, consiguiendo la siguiente fórmula: ("apex locator" OR “electronic apex”) AND radiograph* AND "working length" Consiguiendo un total de 122 artículos, que, aplicando los siguientes factores de inclusión, se redujeron a 83 artículos, y tras aplicar los criterios de exclusión, se obtuvieron un total de 9 estudios que se introdujeron en nuestra revisión.

2- Se realizó una segunda búsqueda: “apical size” AND enlargement AND (“root canal therapy” OR instrumentation) obteniéndose un total de 120 artículos, que tras incluir los criterios de inclusión obtuvimos 107 artículos, de los cuales tras incluir los criterios de exclusión, fueron utilizados 11 estudios.

Búsqueda manual: consistió en la búsqueda de estudios concretos en las revistas de mayor impacto: International Endodontic Journal, Journal Of Dentistry, Australian Endodontic Journal, Dental Traumatology; de los cuales se obtuvieron artículos para la introducción y un total de 7 estudios.

Figura 1. Proceso de selección de los estudios en la revisión sistemática



6. RESULTADOS

TABLA I. ESTUDIO SOBRE LA IMPORTANCIA DEL LIMITE APICAL EN EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

REVISTA	NE	OBJETIVO	MUESTRA MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
IEJ D. Ricucci y K. Langeland 1998(12)	I	Investigar la respuesta histopatológica del tejido pulpar intracanal, ramificaciones y de los tejidos periapicales a los procedimientos endodónticos cuando se realizan por debajo o más allá de la constricción apical, en condiciones pulpares tanto vitales como necróticas	N= 24 a 2 mm del ápice rx	Éxito en 19/24 casos	<p>ÉXITO: instrumentación y obturación hasta CA</p> <p>Canales accesorios irrelevantes en el éxito.</p> <p>Importancia del conocimiento anatómico y sensación táctil</p> <p>Distancia no medible entre AR y CA</p>
			N= 6 más allá del ápice rx	Fracaso 100% casos	FRACASO: Instrumentación y relleno más allá de la CA, y más allá de 2mm (fuera de FA)
			Biopsia y estudio histopatológico	Restos histológicos de tejido pulpar en todos los casos	
OSOMOP Maged M., Negm 1987(13)	IIa	Observar la respuesta periapical a la extrusión de la pasta SPAD en tratamientos de conductos con sobreobtención, tras la recomendación del fabricante de su éxito.	N= 36 hasta CA y obturado con SPAD	60-80% de éxito	<ul style="list-style-type: none"> - Material SPAD extruido intencionadamente, no fue reabsorbido, causó dolor e inflamación. - Técnica convencional y SPAD con gran porcentaje de éxito en el tratamiento hasta la CA
			N=14 con lesión PA previa, con extrusión provocada y obturado con SPAD	Fracaso N= 12/14 tratados con SPAD extruido, con necesidad de remoción quirúrgica	
			N= 60 hasta CA y con técnica convencional	93% de éxito	
JoD Jun Negishi, M. Kawanami 2004(1)	IIb	Evaluar los factores influyentes en el fracaso del tratamiento en pacientes con CA inaccesible.	Análisis de regresión de Cox para evaluar los factores influyentes en el fracaso del tratamiento en 57 dientes con CA inaccesible.	Éxito del 75% con CA inaccesible	x5.3 más riesgo de fracaso en dientes con CA inaccesible
				Éxito 94% con AC accesible	
				La lesión perirradicular como factor significativo en los casos con inaccesibilidad (OR 4,448).	x4,4 más probabilidad de fracaso en dientes con CA inaccesible cuando existe lesión perirradicular

TABLA II. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN USADOS EN LOS ESTUDIOS

REVISTA	AÑO	NE	OBJETIVO	MUESTRA-MÉTODO	RESULTADOS		
JoIOH M. Baig Mirza(14)	2015	III	Localizar aquellos aspectos que generan mayor dificultad en la práctica endodóntica	Criterios de manejo, de apertura, de localización de ápice, de instrumentación y obturación	78 cuestionarios + 12 endodoncias preclínicas.	Dificultad en:	Sentir la CA 43,5%
							Dificultades para usar el localizador de ápices: 19,4%
							Dificultad llegada ápice 11,3%
JoCD Sibel Koçak, Mustafa Koçak(10)	2013	I	Comparar eficiencia entre técnica radiográfica, LAE y LAE integrado	Criterios de éxito/fracaso mediante conometría: - Éxito: 0-2mm del ápice rx - Fracaso: fuera 0-2mm	Grupo 1: técnica rx a 0,5mm Grupo 2: LAE (Root ZX mini) a 0,5 mm Grupo 3: LAE integrado (VDW gold) a 0,5mm	NO hay S.E.	81.9%
							87%
							83.5%
IEJ JP. Vieyra, J. Acosta (15)	2011	IIa	Comparación de precisión entre Root ZX, Elements-Diagnostic, Precision AL and Raypex 5 y método radiográfico	Medida de CA con los 5 métodos. Medidas in vivo / comprobación post-extracción.	Anteriores: 55 dientes Premolares: 28 dientes Molares 610 dientes	Variación de >1mm a CA	El 20% > 1 mm AC con rx 0% con LEA
							El 35% > 1 mm AC con rx 0% con LEA
							El 23.4% > 1 mm AV con rx 0% con LEA
JoD J. Mandlik, N.Shah. (16)	2013	IIa	Comparación en vivo de la eficacia de Root ZX, sensación táctil y Rx.	Medición LT con sensación táctil, Root ZX y rx digital de 32 premolares.	32 premolares	No diferencias E.S, pero la LT rx fueron ligeramente sobreestimadas.	
WJoD M.Hamed, A. MJ Luke, et al. (17)	2011	IIa	Comparación in vitro de precisión entre localizador DentAport ZX, radiografía convencional y digital.	Medición de la LT con entre localizador DentAport ZX, radiografía convencional y digital y su comparación con la medición real.	50 dientes permanentes unirradiculares.	Diferencia medición real con los métodos de >0,5mm: - Fallo con DentAport ZX de 22% - Fallo rx convencional 38% - Fallo rx digital 30% Combinación de técnicas: - LAE + rx conv → 90% - LAE + rx digital → 96%	
OS, OM, OP, OR E D. Gonçalves, H.Davidowicz, et al.(18)	2011	IIa	Precisión de LT, utilizando 3 LEA, y rx digital	Medición LT con Element Diagnostic, Root ZX, Just II. Y rx digital. Medida de control: 1mm inferior al agujero apical, medida con lupa.	37 conductos	Just II y rx digital con diferencias E.S vs otros métodos. Precisión métodos vs medición real con máx 1 mm de diferencia: 94.6% ED// 91.9% Root ZX //73% Just II//64,9% Rx digital	

OS, OM, OP, OR E E. Kim, M.marmo et al (19)	2008	IIa	Precisión de la LT usando Root ZX vs Root ZX + rx.	1. Medición con Root zx a -0,5mm del ápice 2. Medidas corregidas posteriormente con rx → reajuste de 0.5-1mm del ap.rx Fraguado con IV de las limas y extracción	Root ZX	Precisión: 10/25 0-0,5mm: 12/25 >0,5mm: 3/25	84%
					Root zx + radiografía	Precisión: 15/5 0-0,5mm: 9/25 >0,5mm: 1/25	96%
JoE L.Piasecki, PL.Dos Reis, et al. (20)	2018	IIa	Precisión de CanalPro, Apex ID, Root ZX mini en canales mesiales curvos de molares mandibulares extraídos, exploración con micro-CT	1- Medición a 0,0 y 0,5 con los 3 LEAs 2- Medición real con microscopio 3- Con micro-CT medir posición AF, canal accesorio o istmos	58 conductos curvos.	Alta precisión de CanalPro y Root ZX, en sus medidas 0.0 y 0,5. ApexID no precisa en medida 0.0 Correlación E.S entre posición lateral del foramen y la precisión del Apex ID.	
JoE L.Piasecki, E.Carneiro et al. (21)	2016	IIa	Precisión de Apex ID y RootZX mediante micro TC.	- Medir la longitud a 0,0 - Medir la longitud a 0,5 - Medir la longitud a 0,0-0,5. - Medición real con micro TC. - Registro de estructuras anatómicas.	33 premolares	- Diferencia ES entre medición real y la resta APEX – 0.5. - No diferencia ES entre medición real y marca a 0,5 con LEA. - No ES diferencias entre localizadores - Precisión para determinar la longitud del conducto afectada por la posición lateral de FA - Precisión para determinar la LT afectada por distancia > 0.5-1mm AC-AF	

TABLA III. TÉCNICA DE DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO APICAL.

REVISTA	AÑO	NE	OBJETIVO	MUESTRA-MÉTODO		RESULTADOS
IEJ B. T. Tan (22)	2012	IIa	El efecto del tipo de instrumento y preflaring en la det. del tamaño apical.	Medición con limas K y LS de la LT de 60 diente antes y después del preflaring	60 premolares	Al eliminar el t. coronal y medio, el diámetro apical con las limas aumento en un tamaño con los instrumentos LS
TODJ M. Amato, A.Iandolo, G. Pantaleo (23)	2018	I	Evaluar la eficacia de la lima IG para medir diámetro apical.	#F1 con Universal Protaper 60 raíces. Medir diámetros apicales aleat con lima IG o Kniti.	N= 30 medidos por operador inexperto con ambos instrumentos.	- No influye experiencia - Limas IG: 10% errores - Limas K NTi 70% errores

					N=30 medidos por experto con ambos instrumentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas más precisas con limas IG (90 vs 33 y 90 vs 26,7) diferencias E.S - Canales curvos: 85,7% IG-file vs 28,6% K-NiTi Conductos rectos con errores de sobreestimación> subestimación con limas K.
TJoCDP s. darda, n. manwar y col.(24)	2009	Ia	Precisión de instrumentos para calibrar diámetro apical	Medir calibre de la lima más pequeña que alcanza la LT. Limas k y limas lightspeed.	310 conductos	Limas LS 2 calibres más que las limas K
RIE A.Iandolo, G. Ametrano (25)	2011	Ia	Diseño de lima para activación sónica de irrigantes y calibrado apical.	6 premolares con canales laterales → preparación quimiomecánica con protaper universal hasta F2I y irrigación con NaOCl 5% y EDTA 17%	Irrigación con solución radiopaca de forma pasiva con aguja de pequeño calibre a -2mm de LT.	El irrigante activado con punta sónica IG-file permitió la penetración de la solución irrigantes en los conductos laterales.
					Irrigación con solución radiopaca pasivamente a 2 mm de LT y luego se activó con punta sónica #20 con movimientos verticales.	

TABLA IV. VALORACIÓN DEL AGRANDAMIENTO APICAL

REVISTA	AÑO	N. E	OBJETIVO	MUESTRA-MÉTODO		RESULTADOS
JE J.Paredes-vieyra y col.(26)	2012	I	Evaluar tratamiento de conducto radicular de una sola visita vs dos visitas en dientes con PA	300 dientes no vitales con P.A con irrigación por presión negativa Endovac 2ml NaOCl 5.25%	1 visita: 146 # 60 dientes ant y pm #45 molares	96.57% curados tratados en 1 visita 88.97% curados tratados en 2 visitas. No diferencias E.S entre ambos tipos.
					2 visitas: 136 + CaOH 1 semana # 60 dientes ant y pm #45 molares	
JoE E. J. Nogueira, K.Menaged (27)	2012	I	Evaluar el dolor postoperatorio y la ingesta analgésica por agrandamiento apical	40 Dientes con necrosis y periodontitis apical. Irrigación con 5ml de NaOCl al 5,25% sin aspiración.	G agrandamiento: LT a 0 Instrumentación con limas k manuales 3 calibres superiores	No diferencia E.S entre el dolor posop y el n° analgésicos en ambos grupos. Las técnicas de agrandamiento y no agrandamiento foraminal resultaron en el mismo dolor posoperatorio y la necesidad de medicación analgésica.
					G control: LT a -1 mm del ápice.	

JoE F. Soares Meire de Freitas y col (28)	2021	I	Evaluar el dolor, ingesta analgésicos y extrusión sellador tras tratamiento en 1 visita de dientes sometidos a agrandamiento.	140 dientes instrumentados con WaveOne Gold, hipoclorito a 2,5%. Sellado como único y AH	Grupo sin agrandamiento con LT hasta el apex	Niveles dolor e ingesta analgésicos E.S para grupo con agrandamiento a las 24 h, no a las 48h,72, ni semana. 57.14% de extrusión en grupo de agrandamiento frente al 14,29% de sin agrandamiento.
					Grupo con agrandamiento con LT - 1mm del ápex.	
IEJ JMS Teixeira et al.(29)	2015	I	Influencia del tamaño de instrumentación apical en la extrusión bacteriana con sistema recíproco.	68 premolares se contaminaron con E. Faecalis. Luego se instrumentaron de diferente forma Irrigación con 5m de NaCl al 0,9%	N=15 #25.08	No hubo diferencias E.S en el número de UFC/ml entre los grupos experimentales, por lo que el tamaño o agrandamiento apical no influyó en la extrusión.
					N=15 #40.06	
					N=15 #25.08 a -1mm	
					N=15 #40.60 a -1mm	
					N= 4 no infectados misma instrumentación	
					N+= 4 infectados misma instrumentación	
AEJ Ezgi Doganay et al.(30)	2017	I	Efecto del tamaño de preparación apical sobre la resistencia a la fractura,	84 incisivos mandibulares instrumentados con limas K3KD. La resistencia se comprobó con maquina universal en Newton	N=12 control no instrumentado	Solo se encontraron diferencias E.S entre los diámetros de distinto tamaño. Por lo que a mayor tamaño mayor riesgo de fractura.
					N=12 hasta 25.04	
					N=12 hasta 25.06	
					N=12 hasta 25.08	
					N=12 hasta 30.04	
					N=12 hasta 30.06	
					N=12 hasta 30.08	
IEJ G.Plotino et al	2018	IIa	Influencia del tamaño y la conicidad de la preparación básica del conducto radicular en la limpieza del conducto radicular	80 conductos de 40 molares mand. Irrigación tras instrumento de 2.5ml de NaOCl 6%, y 1ml se activó con punta EDDY 20 seg. Final de 5ml EDTA 17%	G1: 20.04	Tercio apical se encontró E.S menos capa de escombros y frotis en grupos 3 y 4 que en grupos 1 y 2 (P < 0,05). No E.S entre los tercios medio y coronal (P> 0,05).
					G2: 20.06	
					G3: 25.04	
					G4: 25.06	
BIR Tan.F. Eyuboglu et al. (31)	2020	IIa	Evaluar el tratamiento con agrandamiento apical en una sola visita de dientes necróticos con periodontitis apical en 60 meses	137 dientes instrumentados con sistema Revo-S hasta CA e irrigación 2ml NaOCl 2.5% 30 segundos y 5 ml agua destilada 30 segundos. Se evaluaron factores pre-intra-postoperatorios	N=132 dientes hasta AS40	96,7% éxito y 3,3% fracaso. No diferencias E.S entre los factores pronósticos y los resultados
					N=2 conductos mesiales hasta AS35 y conductos distales hasta AS40	

TABLA V. MANEJO DE ANOMALÍAS DENTARIAS SIN CA

REVISTA	AÑO	N. E	ANOMALIA	DGTCO	ANEST.	AI SL.	LC	LT	INSTRUM	IRRIG.	MED. INTRA	OBT
IJoDR Rohit Nair, Sandhya Khasnise et al. (32)	2019	III	Taurodontismo 16	Pulpitis irreversible con P.A	Lid+Epi	Absoluto	Microscopio 3 canales (MV, DV, P)	LEA J.Morita + confirmación rx	Protaper MV, DV hasta F2 P hasta F3	NaOCl 2.5%	CaOH 10 días	AH-26 y gutapercha Condensación lateral y vertical
AEJ Abhishek Parolia, MDS; Manak Khosla (33)	2012	III	Hipotauroodontismo 46	Pulpitis irreversible con PAS	Lid 2%+epi	absoluto	Microscopio 3 canales (MV, ML, D)	T. Ingle y Bakland	Manual MV, MD 35 D 40	NaOcl 2.5% Edta 17% Con ultrasonidos (spartan, fenton, Mo)	-	AH-Plus y gutapercha Condensación lateral y vertical
			Mesotauroodontismo 47	Pulpitis irreversible	Lid 2%+epi	Absoluto	Microscopio	T. Ingle y Bakland	Manual	NaOcl 2.5% Edta 17% Con ultrasonidos (spartan, fenton, Mo)		AH-Plus y gutapercha Condensación lateral y vertical
			Hipertauroodontismo 37	Pulpitis irreversible con PAS	Lid 2%+epi	Absoluto	Microscopio	T. Ingle y Bakland	Manual	NaOcl 2.5% Edta 17% Con ultrasonidos (spartan, fenton, Mo)		AH-Plus y gutapercha Condensación lateral y vertical
AEJ Demiryürek , Ebru Özsezer Gönülol, (34)	2013	III	Hipertauroodontismo 45	PACrónica		Absoluto	Microscopio MV, DV, DL, ML, MV2	Rx	Manual retrógrada hasta lima 40	NaOcl 2.5%	CaOH 7 días	AH-Plus y gutapercha Condensación lateral
DT Kaneko, Tomoatsu Sakaue, (35)	2011	III	Dens invaginatus tipo III de Oehlers 22	Necrosis pulpar y PACrónica	no	Absoluto	Microscopio 2 conductos	RootZX	Coronoapical ProFile serie 29	NaOCl 5% Unidad ultrasónica pasiva	CaOH 3 semanas	Condensación lateral sellador ZnO sin Eu y gutapercha.

7. DISCUSIÓN

Para realizar un buen calibrado apical es imprescindible obtener “tag-back” con la lima manual y marca estable en 0,5 mm con el localizador de ápices. Esta revisión pretende esclarecer qué límite se debe establecer para realizar la instrumentación y el calibrado, evaluar la precisión de las técnicas de localización de ápices, determinar el diámetro adecuado mediante el agrandamiento apical en dientes con patologías periapicales y el manejo clínico de dientes con anomalías que afectan a la constricción.

7.1 Importancia del límite apical en el éxito del tratamiento de conductos

(Tabla I) Una de las grandes controversias de la endodoncia es hallar el límite apical de instrumentación y obturación de los tratamientos de conductos. Ya desde 1922, Davis había sugerido la importancia del tratamiento de la zona apical de conducto para conseguir el éxito.

En el estudio realizado por *D. Ricucci y K. Lageland* (12) en 1998, pretenden esclarecer con bases histológicas, las condiciones de los tejidos apicales y circundantes ante diferentes situaciones clínicas. En el estudio se observa una gran destrucción de tejidos y reacción inflamatoria grave en los casos con sobrellenado de conductos. Y una gran tasa de éxito, en aquellos donde el tratamiento se limita al interior del conducto. Lageland, establece como referencia una distancia aproximada de entre 0,5-2mm del ápice radiográfico para determinar la constricción apical, aunque otros estudios apuntan que puede alcanzar hasta 3,5mm (36). A pesar de esta distancia poco precisa, la tasa de éxito fue significativamente mayor entre los 0,5-2mm del ápice radiográfico, que la de aquellos casos que sobrepasaban dicho límite.

Hasta entonces, basados en el estudio de Kuttler (1955), Ingle (1973) y Weine (1982) se afirmó que la zona más estrecha del conducto coincidía con la unión cemento-dentinaria (UCD), y que este punto se ubicada a 1mm- 0,5mm del ápice radiográfico; y Dummer entre 0,5-2mm. Lageland en 1996, refutó la idea de que la UCD coincidía con la CA, y que esta unión, era una entidad histológica, que no podía ser medible clínicamente, por lo que se centró en la CA.

Tras este estudio, Langeland afirma que no existe tampoco distancia constante y medible entre el ápice radiográfico y la CA que pruebe el éxito/fracaso, por lo que **niega el uso de cualquier medida con respecto al ápice radiográfico como fiable**, siendo la única conclusión demostrable, que cualquier instrumentación más allá de la CA, provoca mayor

fracaso y aumento de la herida pulpar. Aconseja entonces, imprescindible la necesidad de **complementarse con la sensación táctil y un buen conocimiento anatómico.** (12)

Lo mismo ocurre en el estudio realizado por *Maged, Negm y col.*(13) en el que la tasa de éxito de los tratamientos limitados a la CA es de hasta un 93% en dientes con y sin lesiones periapicales. Y que al sobreobturar intencionadamente los dientes con lesiones periapicales previas obturados con SPAD, producen una reacción inflamatoria periapical que se traduce en dolor en el paciente, ya que es un material que contiene derivados del paraformaldehído, con un porcentaje de éxito del 14%.

La importancia de ubicar el límite apical en la CA para conseguir el éxito en el tratamiento, se puede encontrar también en este estudio observacional retrospectivo realizado por *J. Negishi, M.Kawanami y col* (1), donde se evaluaron los diferentes factores influyentes, en dientes con y sin CA accesible mediante un análisis de regresión de Cox. Entre ellos se encontraban, la accesibilidad a la constricción, enfermedad sistémica, curvatura del canal, ensanchamiento del LP, sexo, edad, vitalidad pulpar, experiencia del operador...hallándose un porcentaje de éxito del 75% en dientes con CA inaccesible y un 94% con accesibilidad y un aumento de fracasos que dependían directamente de este factor (razón de probabilidad de 5.301). Al evaluar la interacción entre este factor y el resto, la lesión perirradicular apareció como factor significativo en los casos con inaccesibilidad (odds ratio 4,448). En este sentido, los casos donde la CA era inaccesible son casos de infra-obturación en el que, aunque la tasa de éxito es mayor en comparación con los estudios donde la obturación se sobreextiende.

A grandes rasgos estos estudios esclarecen las diferencias de éxito del tratamiento cuando el límite apical se establece en la CA, cuando sobrepasa dicha constricción o cuando el diente es infra- instrumentado y obturado por inaccesibilidad a la CA. **Siendo la constricción apical el límite que marca el éxito del tratamiento, o máximo, una distancia de hasta 2 mm de ápice radiográfico. Aunque Lageland negaba la fiabilidad de este sistema, hoy en día se establece esa distancia como el rango límite.** Las investigaciones en los últimos 20 años, han logrado encontrar métodos para lograr una mayor precisión en la localización de este punto, sin necesidad de establecer medidas estándares imposibles con respecto al ápice radiográfico.

7.2 Métodos de localización de la constricción apical

(Tabla II) En los estudios previamente descritos por *Riccuci y Lageland* (12) y *Maged, Negm y col.* (13) de los años 80-90, el uso del método radiográfico para calcular la LT era de elección, pero son varios los inconvenientes de esta técnica. Entre ellos, necesitan como bien recalcan los propios autores, de un “sentido táctil” que solo se puede adquirir con la experiencia. Además, en uno de los casos limitados al canal, tras su extracción y estudio histológico, se observó que el fracaso había sido producido por una sobre-obturación por desvío distal, imposible de identificar previamente en la radiografía (12). Asimismo, la técnica radiográfica convencional somete a los pacientes a radiaciones innecesarias e incluso a veces con varias tomas debido a la perfecta angulación necesaria para corregir posibles distorsiones.

Por ello, la aparición de los localizadores de ápice, ha supuesto ventajoso, tanto para el paciente por su baja exposición a radiaciones y un tiempo de trabajo más corto, como para el profesional, ya que es un método más sencillo y rápido (10). Un estudio de 2015 realizado por *MB. Mirza y col.* (14) cuyo objetivo era valorar aquellos aspectos que mayor complejidad suponían a los estudiantes de 4º curso de odontología, confirmó en un 43,5% de los casos la dificultad en hallar la CA, que llevó a la conclusión de la necesidad de incluir en la enseñanza el manejo de los localizadores de ápice, que habría disminuido considerablemente este problema.

Hemos revisado numerosos estudios *in vitro* (10)(15)(16)(18) en los que se evalúa la precisión para hallar la CA de diferentes localizadores de ápices (Root ZX mini, element-diagnostic, RayPex, localizador integrado en VDW Gold), radiografías convencionales o digitales. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre estos métodos, pero en todos ellos los localizadores de ápices han obtenido un porcentaje de precisión mayor que las radiografías en un rango de 1mm. Además, en el estudio de *Vieyra* (15), se encontró que, con el método radiográfico, el 20-30% de los casos ubicaron la CA 1mm más allá, aumentando la probabilidad de sobreinstrumentar y sobreobturar. Esto ratifica la evidencia de que el uso de radiografías puede sobredimensionar el límite de nuestra preparación.

Aunque se puede observar que los localizadores son ligeramente más precisos, se han demostrado en numerosos estudios una mayor eficacia al combinar ambas técnicas: **localizadores de ápices electrónicos a 0,5mm y comprobación radiográfica**. En un estudio *in vitro* sobre 50 dientes (17) el porcentaje de precisión en un rango de <0.5mm

aumentó de un 78% al 90% al combinar el localizador DentAport ZX con la técnica de radiografía convencional, y de hasta un 96% con la introducción del método radiográfico digital, que reduce la exposición de las radiografías convencionales. Lo mismo ocurrió en el estudio realizado por *E. Kim* (19) que el reajuste de la medida de la LT Root ZX con una radiografía de conometría aumento un 12% la precisión, de 84%-96%.

Con la introducción en los últimos años de la micro-tomografía computarizada, no solo se puede observar la anatomía interna del conducto y la posición y distancia de los diferentes puntos anatómicos de interés (CA, FA, ápice) sino que también, permite la evaluar la precisión de estos instrumentos.. Un estudio realizado por *Lucila Piasecki* (20) pretendía evaluar la precisión de 3 localizadores de ápices (CanalPro, RootZX, Apex ID) en 58 conductos mesiales curvos de primeros molares mandibulares. De los 3 localizadores, el Apex ID fue el único que mostró variaciones significativas en las medidas de la longitud del conducto (hasta APEX) por la presencia de foramen lateral.

En otro estudio liderado por el mismo autor, se pretendió esclarecer la precisión y veracidad de las marcas 0,5 mm de los localizadores, comparándola con las medidas obtenidas restando la longitud desde el APEX – 0,5mm. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de LT con micro-CT y las resultantes de la resta APEX-0,5; pero no con la marca 0,5, lo que concluye que las medidas 0,5mm de estos localizadores coinciden con la CA. También se concluyó, que en aquellos conductos donde la distancia entre la CA- FA era menor, la medida con el localizador de ápices era más fiable, pero no se vio influenciado por la presencia de canales accesorios o por la posición del FA. (21)

7.3 Identificación del diámetro apical para el calibrado

(Tabla III) Para realizar un buen calibrado, es importante identificar el diámetro apical de nuestra preparación y conseguir así un buen sellado. Esto conduce a una nueva controversia sobre cuánto se debe instrumentar los conductos en el tercio apical. Kuttler, en 1955, ya determinó la anchura promedio de la constricción en dientes jóvenes de 0,224 mm y 0,210 mm en envejecidos (5). En la literatura, sigue siendo tema de controversia el diámetro ideal para conseguir una buena limpieza y desinfección de los conductos.

Numerosos estudios han demostrado la influencia del **preflaring** en la determinación del diámetro apical. Como el estudio realizado por *S. Darda* (24) y *BT. Tan* (22), que al introducir instrumentos no ahusados (sin conicidad) en los conductos previamente

ensanchados en su tercio coronal y medio, el diámetro aumentó 1-2 tamaños, esto es debido a la eliminación de interferencias cervicales, curvaturas y de posibles contactos prematuros que pueden dar falsa sensación táctil de tope. La determinación del diámetro de la constricción es un buen punto de partida para un posterior agrandamiento apical.

En las investigaciones antes mencionados (22,24) estudian diferentes instrumentos para localizar mejor el diámetro apical que también puede ser extrapolado a la hora de realizar el calibrado final tras la instrumentación. El diseño de níquel titanio, punta no cortante y sin conicidad de las limas LightSpeed les confiere mayor facilidad y flexibilidad para hallar el diámetro de la constricción que las limas K de acero con conicidad y mayor diámetro en la zona coronal. Estas diferencias fueron más agudizadas en conductos estrechos y curvos, como en los mesiales mandibulares o incisivos.

En otro estudio realizado por *M. Amato*(23), introdujeron el sistema de limas IG, que son limas con puntas inactivas, de superficie lisa y sin ahusamiento comparándolas con las limas K Niti, que son usadas para dar forma al canal, por lo que sus características las hacen menos útiles en la determinación del diámetro apical. Los dientes fueron evaluados por un endodoncista experto e inexperto con ambos sistemas de limas. No se encontraron diferencias E.S en las mediciones por el nivel de experiencia, pero si fueron significativas las diferencias en la precisión de las limas IG en comparación con las limas K en ambos grupos (90 vs 33 y 90 vs 26,7). Además, las limas K dieron lugar a una tasa mayor de sobreestimación que subestimación incluso en conductos rectos.

7.4 Técnica de agrandamiento apical en dientes con lesiones periapicales.

(Tabla IV) El **agrandamiento apical** es defendido por varios autores con el objetivo de facilitar la irrigación y la obturación (24) pero sin ensancharlo demasiado que disminuya la resistencia de la raíz hasta su fractura, como se evidencia, en el estudio realizado por *E. Doganay* (30), donde se encontraron diferencias E.S en la pérdida de resistencia entre 25 / 0.04 y 25 / 0.08; 30 / 0.04 y 30 / 0.08; y 25 / 0.08 y 30 / 0.04.

Ya Buchanan introdujo el “**patency**” que permite una permeabilización apical en dientes no vitales sin necesidad de ensanchar la constricción (8,9). Pero numerosos estudios defienden el uso del binomio químico-mecánico, basado en el agrandamiento apical (limpieza mecánica) e irrigación (limpieza química) en dientes necróticos con lesiones periapicales, ya que al existir infección más allá del ápice, se asegura una mejor desinfección del tejido dentinario y cementario que solo la permeabilización apical no

consigue; es decir, en casos de necrosis pulpar con afectación periapical, la permeabilidad apical y limpieza apical son dos conceptos necesarios pero diferentes (37). Además de poder reducir el tratamiento a una sola visita, ya que la limpieza aseguraría el éxito sin necesidad de medicación intraconducto (31).

El estudio realizado por *J. Paredes* (26) en 2012 sobre dientes necrosados con periodontitis apical con agrandamiento apical hasta un #60 en dientes anteriores y #45 en molares y una irrigación con presión negativa EndoVac, resultó en una tasa de éxito del 96,57% en aquellos tratados en una visita sin medicamento intraconducto, y de un 88% en los tratados en dos visitas. Lo mismo ocurrió en el estudio reciente, en 2020, realizado por *Tan. F. Eyuboglu* (31), que tras tratar 137 dientes hasta una lima del AS35-AS50, se encontró una tasa de éxito del 96,7% en tratamientos de una sola visita.

En cuanto al binomio limpieza mecánica y química, en otro estudio realizado por *G. Plotino* (38), se observó como la irrigación con técnica ultrasónica con punta EDDY en 4 grupos instrumentados a diferentes calibres y conicidad (20.04-20.06-25.04-25.06) se encontraron significativamente menos capas de escombros y detritus y por lo tanto una mejor limpieza en los grupos con un calibre 25, que a un calibre menor. Además, en un estudio realizado por *J.M. Teixeira* (29) se muestra que instrumentaciones hasta un calibre del #40.06, no influyen en la extrusión bacteriana en los tejidos periapicales.

En cuanto al **dolor postoperatorio** y la **ingesta de medicamentos analgésicos**, en 2012 *E.L Nogueira y colaboradores* (27) realizaron un estudio sobre 40 dientes necróticos con periodontitis apical con un agrandamiento de hasta 3 calibres superiores en el grupo experimental. No encontrando diferencias E.S entre ambos grupos. Algo diferente ocurrió en un estudio reciente realizado por *F. Soares* (28), que encontró diferencias E.S en el rango de 24 h, pero no a las 48-72 h y 1 semana; además de aumentar la tasa de extrusión apical del sellador en un 40% aunque este aumento no se ha correlacionado con el dolor.

Por lo que se concluye que el agrandamiento apical acompañado con un buen sistema de irrigación ultrasónico, favorece la eliminación de microorganismos y detritus de los conductos, sin aumentar el dolor postoperatorio más allá que tras las primeras horas postoperatorias y favoreciendo al éxito del tratamiento en una sola visita.

7.5 Anomalías anatómicas que afectan a la constricción apical.

(Tabla V) Se han encontrado numerosos reportes de casos sobre dientes taurodónticos debido a su difícil manejo clínico. El taurodontismo es una anomalía que se puede

presentar de forma aislada o como consecuencia de algún síndrome, causada durante la invaginación de la vaina epitelial de Hertzwig que provoca la formación de dientes con raíces cortas, cámaras pulpares alargadas, desplazamiento apical del suelo pulpar y ausencia de constricción apical. *Shifmann y Chanannel* lo dividieron según su grado de desplazamiento apical en hipo, meso o hiperturodonstimo).

En los estudios de reporte de casos realizados por *AbhisheK Parolia, Ebru Özsezer y Rohit Nair* (32–34) , se informaron del protocolo clínico utilizado para el tratamiento de conductos en dientes hipo, meso e hiperturodónticos con pulpitis irreversibles y periodontitis apical sintomática. Se caracteriza por el uso de microscopía quirúrgica para la localización de los conductos, el uso de un dispositivo ultrasónico (Spartan, Fenton, MO) de irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5% ya que al no contar con constricción es más previsible una extrusión del irrigante y la combinación de una obturación termoplastificada con la condensación lateral en frío.

Por otra parte, también se ha encontrado reporte de casos sobre Dens Invaginatus, que es una anomalía producida por una invaginación epitelial coronal del diente antes de la calcificación. Debido a su compleja morfología interna, es considerada un desafío endodóncico. En un reporte de caso realizado por *T. Kaneko* (35) se llevó a cabo el tratamiento de conductos en un 22 que sufría dens invaginatus tipo 3 de Oehlers (invaginación hacia UAC con segundo foramen). Al igual que en los dientes taurodónticos, fue necesario el uso de microscopía para la localización de conductos y el uso de irrigación con ultrasonidos para activar el irrigante. Tras el tratamiento, se observaron en radiografías periapicales posibles áreas no tratadas. Por ello se valoró con CBCT un posible tratamiento alternativo quirúrgico ya que el conducto tenía una curvatura en C que presentaba varias constricciones que había impedido una correcta obturación y la presencia de un pseudoforamen. En base a esto, se recomienda el uso del CBCT también de forma preoperatoria, como elemento útil en el tratamiento de conductos de dientes aberrantes con anomalías o curvaturas que permiten valorar a dosis de radiación inferiores al TC convencional, el tratamiento más favorable para conseguir el éxito.

8. CONCLUSIÓN

- El límite apical se establece en la CA, punto que se encuentra a una distancia no medible e inconstante de cualquier referencia anatómica, por lo que se establece un rango de 0,5-2mm del ápice radiográfico.
- El localizador de ápices junto con la técnica radiográfica aporta mayor precisión en la localización y determinación de la LT.
- El preflaring y las limas sin ahusamiento proporcionan una mayor precisión en el calibrado del diámetro de la constricción que las limas con conicidad y punta cortante.
- En casos de periodontitis apicales, el alargamiento apical proporciona una limpieza mecánica que, junto con la irrigación, favorece una limpieza equiparable al uso de medicación intraconducto (varias sesiones), reduciendo así el tratamiento a una sola visita.
- En anomalías que afectan a la constricción apical como dientes taurodonticos y Dens Invaginatus, el uso de CBCT para un estudio exhaustivo de la anatomía del diente, microscopía quirúrgica para la localización de conductos, sistema de irrigación ultrasónico con hipoclorito de sodio al 2,5% y un sistema de obturación que combine la obturación termoplastificada con la condensación lateral en frío es esencial para el éxito del tratamiento de conductos.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Negishi J, Kawanami M, Ogami E. Risk analysis of failure of root canal treatment for teeth with inaccessible apical constriction. *J Dent*. 2005;33(5):399–404.
2. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: A review of the literature. *J Endod*. 2005;31(5):333–40.
3. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J*. 1998;31(6):384–93.
4. Dummer PMH, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J*. 1984;17(4):192–8.
5. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc*. 1955 May;50(5):544–52.
6. Ayub K. The root canal anatomy in permanent dentition. Vol. 227, *British dental journal*. 2019. 178 p.
7. Wu M-K, Wesselink P, Walton RE. Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89(1):99–103.
8. Reit C, Bergenholtz G, Hørsted-Bindslev P. Introduction to endodontology. *Textbook of Endodontology*. 2013.
9. Canalda C, Brau E. *Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Biológicas*. 2014. 220 p.
10. Koçak S, Koçak M, Sağlam B. Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J Conserv Dent*. 2013;16(3):229–32.
11. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod*. 2012;38(4):445–8.
12. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J*. 1998;31(6):384–93.
13. Negm MM. Biologic evaluation of SPAD II. A clinical comparison of Traitement SPAD with the conventional root canal filling technique. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1987;63(4):487–93.
14. Mirza MB, Mirza MB. Difficulties encountered during transition from preclinical to clinical endodontics ... Mirza MB. *J Int Oral Heal*. 2015;7(1):22–7.
15. Vieyra JP, Acosta J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *Int Endod J*. 2011;44(6):510–8.
16. Jyoti Mandlik, Nitin Shah, Kalpana Pawar, Paras Gupta, Sarita Singh SAS. An in vivo evaluation of different methods of working length determination. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14(4):644–8.

17. LNU A, Saeed MH, Abtahl NA, Praveen Pradeep A. An in vitro Comparison of Root Canal Measurement in Permanent Teeth by Electronic Apex Locator, Conventional and Digital Radiography. *World J Dent.* 2011;2(4):312–5.
18. Real DG, Davidowicz H, Moura-Netto C, Zenkner CDLL, Pagliarin CML, Barletta FB, et al. Accuracy of working length determination using 3 electronic apex locators and direct digital radiography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2011;111(3):e44–9.
19. Kim E, Marmo M, Lee CY, Oh NS, Kim IK. An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2008;105(4):79–83.
20. Piasecki L, José dos Reis P, Jussiani EI, Andrello AC. A Micro-computed Tomographic Evaluation of the Accuracy of 3 Electronic Apex Locators in Curved Canals of Mandibular Molars. *J Endod.* 2018;44(12):1872–7.
21. Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Brandão CG, Gambarini G, et al. The Use of M-C Tomography to Determine the Accuracy of 2 Electronic Apex Locators and Anatomic Variations Affecting Their Precision. *J Endod.* 2016;42(8):1263–7.
22. Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2002;35(9):752–8.
23. Amato M, Iandolo A, Pantaleo G, Abtellatif D, Simeone M, Lizio A, et al. The IG- file use to Gauge the Apical Diameter in Endodontics: An In Vitro Study. *Open Dent J.* 2018;12(1):638–46.
24. Darda S, Manwar N, Chandak M, Shori DD. An in vivo evaluation of two types of files used to accurately determine the diameter of the apical constriction of a root canal: An in vivo study. *J Contemp Dent Pract.* 2009;10(4):1–8.
25. Iandolo A, Ametrano G, Amato M, Rengo S, Simeone M. IG-File: Un nuovo strumento per l'ottimizzazione della detersione canalare e per la misurazione del diametro apicale. *G Ital Endod.* 2011;25(2):72–81.
26. Paredes-Vieyra J, Enriquez FJJ. Success rate of single-versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: A randomized controlled trial. *J Endod.* 2012;38(9):1164–9.
27. Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, Monteiro MRFP, Coutinho-Filho TDS. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: A prospective and randomized clinical trial. *J Endod.* 2013;39(2):173–6.
28. de Freitas Portela FSM, De Martin AS, Pelegrine RA, Gutmann JL, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effect of foraminal enlargement on postoperative pain in necrotic single-rooted teeth: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2021;1–6.
29. Teixeira JMS, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJNL, Fidel SR, Sassone LM. Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *Int Endod J.* 2015;48(7):648–53.
30. Doğanay Yıldız E, Fidan ME, Sakarya RE, Dinçer B. The effect of taper and

- apical preparation size on fracture resistance of roots. *Aust Endod J.* 2021;47(1):67–72.
31. Eyüboğlu TF, Olcay K, Erkan E, Özcan M. Radiographic and Clinical Findings of Single-Visit Root Canal Treatments with Apical Enlargement in Necrotic Teeth: A Retrospective Cohort Study. *Biomed Res Int.* 2020;2020:10 pages.
 32. Nair R, Sandhya Khasnis JDP. Bilateral Taurodontism in Permanent Maxillary First Molar. *Indian J Dent Res.* 2019;30:314–7.
 33. Parolia A, Khosla M, Kundabala M. Endodontic management of hypo-, meso- and hypertaurodontism: Case reports. *Aust Endod J.* 2012;38(1):36–41.
 34. Demiryürek EÖ, Gönülol N, Bulucu B. Endodontic treatment of a taurodontic premolar with five canals. *Aust Endod J.* 2013;39(2):81–4.
 35. Kaneko T, Sakaue H, Okiji T, Suda H. Clinical management of dens invaginatus in a maxillary lateral incisor with the aid of cone-beam computed tomography - a case report. *Dent Traumatol.* 2011;27(6):478–83.
 36. Green D. A stereo-binocular microscopic study of the root apices and surrounding areas of 100 mandibular molars; preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1955 Dec;8(12):1298–304.
 37. Souza RA. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. *Braz Dent J.* 2006;17(1):6–9.
 38. Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.* 2019;52(3):343–51.