



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Iztacala
División de Investigación y Posgrado
Especialización en Ortodoncia

**Efectos del Tratamiento de Ortodoncia en la Sensibilidad
de la Pulpa**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA

Presentada por:

María del Pilar López Bernal

DIRECTOR DE TESIS: Eduardo Llamosas Hernández

Los Reyes Iztacala, Edo. De México, 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Víctor López Hernández

Alicia Bernal García

Por su confianza, cariño y apoyo en todo momento, para poder lograr una meta más.

DEDICATORIAS

DR. EDUARDO LLAMOSAS HERNÁNDEZ.

Por guiarme de forma incondicional, por su dedicación y tiempo para la realización de este trabajo. Muchas Gracias.

A MIS MAESTROS

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios de posgrado y por impulsar el desarrollo de mi formación.

CONTENIDO

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
II.	OBJETIVOS:	6
III.	JUSTIFICACIÓN	7
IV.	MARCO TEÓRICO	8
V.	HIPÓTESIS.....	19
VI.	VARIABLES:	20
	VI.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	20
	VI.2. VARIABLE DEPENDIENTE	20
VII.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
VIII.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	23
IX.	RESULTADOS.....	24
X.	DISCUSIÓN	37
XI.	CONCLUSIONES.....	39
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN LA SENSIBILIDAD DE LA PULPA

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿El tratamiento de ortodoncia causa cambios en la sensibilidad de la pulpa dental?

II. OBJETIVOS:

- Determinar si el tratamiento de ortodoncia afecta a la sensibilidad de la pulpa dental.
- Establecer que dientes se ven más afectados con el tratamiento de ortodoncia en base a las pruebas realizadas con el vitalómetro; los dientes anteriores superiores o los anteriores inferiores.
- Comprobar si el daño a la pulpa dental se mantiene a largo plazo.

III. JUSTIFICACIÓN

Por medio de este estudio se pretende conocer el grado de afectación de la pulpa a causa del tratamiento de ortodoncia.

IV. MARCO TEÓRICO

La pulpa dentaria consiste en un tejido conectivo muy vascularizado e inervado que forma a la dentina, que es uno de los tejidos característicos de los dientes.¹

El tejido pulpar desempeña cuatro funciones básicas comunes a todos los tejidos conjuntivos laxos, a saber; formar, nutrir, dar sensibilidad y realizar los mecanismos defensivos. Está rodeada por dentina y tiene una forma que simula el contorno externo de los diferentes dientes. El tejido pulpar se halla en comunicación con el periodonto y el resto del organismo a través del orificio apical y los conductos accesorios cerca del ápice del diente. La pulpa es un órgano terminal sin circulación colateral.²

La inervación de la pulpa comprende nervios aferentes que conducen impulsos sensoriales (fibras A) y nervios autónomos (fibras C) que están principalmente implicados en la modulación neurogénica del flujo sanguíneo, pero también en la transmisión del dolor. Las fibras A pertenecen al sistema trigeminal, son fibras mielinizadas, rodeadas por células de Schwann, que entran en la pulpa en haces con los vasos sanguíneos a través del orificio apical. Las fibras C constituyen la mayoría de los nervios pulpares. Son fibras no mielinizadas, rodeadas individualmente o en grupo por células de Schwann, que entran en la pulpa con las fibras sensoriales. Las fibras A delta se relacionan con la dentina y la pulpa, las fibras C sólo con la pulpa.^{1,3}

La inervación de la pulpa dental incluye fibras nerviosas sensoriales, que también pueden involucrarse en la dinámica de fluidos dentinarios y regular el flujo de la sangre de la pulpa, proporcionando reflejos para preservar los tejidos dentales y promover la curación de la herida. Los neuropéptidos principales asociados con estas funciones incluyen la sustancia P (SP), calcitonina de genes relacionados con el péptido (CGRP), y neuroquinina A (NKA), que son abundantes en la pulpa y el periodonto⁴,⁵, la liberación de estos neuropéptidos después de la estimulación de las

fibras nerviosas sensoriales inducen la vasodilatación y aumentan la permeabilidad vascular, una condición referida como una "Inflamación neurogénica." ^{6, 7, 8}. Por lo tanto, un concepto reciente es que la estimulación sensorial de nervios con cualquier tipo de mecánica o fuerza física puede inducir cambios pulpares como la inducción de la inflamación neurogénica seguido de la alteración del flujo sanguíneo pulpar. Kvinnsland y colaboradores⁹ han encontrado una leve respuesta de tipo inflamatoria en la pulpa dental que ha sido sometido a fuerzas ortodónticas, pero las respuestas celulares específicas no han sido investigadas con amplitud.

Las fuerzas de ortodoncia se sabe que producen daño mecánico y reacciones inflamatorias en el periodonto, así como deterioro celular, inflamación, cambios y alteraciones circulatorias en la pulpa dental. Las fuerzas de ortodoncia producen reacciones inflamatorias periodontales, pero no deben mostrar efectos más allá de una leve inflamación de la pulpa dental humana; dichas fuerzas son capaces de estimular el sistema vascular en conjunto con la pulpa dental.

El movimiento dental ortodóntico se facilita por los cambios en la remodelación del ligamento periodontal (PDL) y el hueso alveolar en respuesta a los estímulos mecánicos aplicados. Una condición previa para estas actividades de remodelación y en última instancia desplazamiento del diente, es la aparición de un proceso inflamatorio. Los cambios vasculares y celulares son los primeros eventos que se reconocen y se describen seguido por la liberación de un número de mediadores inflamatorios, factores de crecimiento y neuropéptidos en tejidos de soporte periodontal. Sus niveles crecientes durante el movimiento de los dientes en ortodoncia han llevado a la suposición de que existen interacciones entre las células productoras de estas sustancias, tales como nervios, células inmunológicas y células del sistema endocrino, las que regulan las respuestas biológicas que se producen a raíz de la aplicación de fuerzas de ortodoncia.¹⁰

En el diente permanente, el tejido duro calcificado, es decir la dentina, tiene un núcleo blando vascularizado e innervado, la pulpa dental. La aplicación de aditamentos ortodónticos tiene que repercutir sobre estos tejidos, sin embargo, el efecto de las fuerzas de ortodoncia en este complejo dentina pulpa aún no han sido investigadas por completo.

Durante el movimiento dental rápido puede ocurrir la lesión pulpar. Esto se debe principalmente a una alteración en los vasos sanguíneos en el periodonto apical. Clínicamente, los dientes pueden tener sensaciones alteradas a estímulos.

Los efectos de esta naturaleza pueden tener un impacto directo sobre el metabolismo del tejido pulpar, en particular los odontoblastos y la vaina radicular epitelial Hertwig en dientes completamente formados. Los cambios pulpares y sus consecuencias parecen ser más graves, con fuerzas de ortodoncia mayores.¹¹

Oppenheim, nombrado por Hamilton, mostró que el aparato de expansión labiolingual provoca algunos signos de degeneración pulpar grave. El movimiento que ofrece esta técnica da lugar a una excesiva presión en el tercio apical de la raíz y por la falta de circulación colateral a la pulpa durante el movimiento del diente, se cree que la fuerza aplicada es el principal factor etiológico de la degeneración pulpar observada.¹²

Profitt y Fields¹³ dicen que a pesar de las reacciones de la pulpa a los tratamientos de ortodoncia son mínimas, es probable que haya una inflamación moderada y transitoria en respuesta dentro de la pulpa, al menos en el comienzo del tratamiento. Esto último puede relacionarse con la incomodidad que los pacientes experimentan a menudo durante pocos días después de que se activa la aparatología ortodóntica.

Hay informes ocasionales de pérdida de la vitalidad del diente durante el tratamiento de ortodoncia. En general esto es precedido por un traumatismo anterior al diente, pero mal controlado y las fuerzas ortodónticas potencializan el daño. Si un diente se somete a fuerza severa

continua, se produce una secuencia de movimientos abruptos, con la presencia de mayor resorción que permite incrementos cada vez mayores del daño, que son capaces de escindir los vasos sanguíneos en su punto de entrada. La pérdida de la vitalidad también se ha observado cuando los dientes incisivos se inclinan hacia palatino o vestibular de tal manera que el ápice de la raíz, se mueve en la dirección opuesta, en realidad se trasladan fuera de su nicho en el proceso alveolar. Tales movimientos son propensos a inducir daño a los vasos sanguíneos que entran en el conducto radicular.

Los resultados de los exámenes histológicos publicados han demostrado que la pulpa dental se ve afectada por el movimiento de ortodoncia, que muestra reacciones de pulpa que van desde estasis circulatoria vascular a la necrosis.^{14, 15}, Butcher y Taylor observaron que la aplicación de fuerzas de retracción causó necrosis en la pulpa de los dientes en los monos. Los estudios realizados en humanos por Stenvik y Mostafa mostraron que las fuerzas intrusivas y extrusivas causan la degeneración de la capa de odontoblastos debido a trastornos circulatorios en pulpa dental.^{16, 17}

Anstendig y Kronman observaron interrupción de la capa de odontoblastos después del movimiento ortodóntico en cuerpo de los dientes.¹⁸

Turley y colaboradores trabajaron con dientes de perro traumáticamente intruidos, seguido de extrusión ortodóntica. Ellos observaron que la zona pulpar media coronal de los dientes se volvió totalmente necrótica, mientras que el resto mostró calcificación y degeneración.¹⁵

El sistema nervioso periférico sensorial contribuye para el desarrollo de los procesos inflamatorios agudos y crónicos a través de la liberación local de neuropéptidos. Un número de diferentes neuropéptidos, incluyendo Sustancia P (SP) y calcitonina de genes relacionados con el péptido (CGRP), se conocen por estar presentes en las fibras nerviosas que suministran a la pulpa del diente y el periodonto en ratas, gatos, monos y humanos. El SP, un neuropéptido sensorial liberado por las terminaciones

nerviosas periféricas durante la inflamación, es capaz de modificar la secreción de citocinas proinflamatorias de las células inmunocompetentes. SP también ha sido descrito como el responsable de inducir la secreción de interleuquina (IL) -1, IL-6 y el factor de necrosis tumoral (TNF) de monocitos.^{19, 20}

Byeres y Nahri describieron un cambio en la morfología y el patrón de distribución de CGRP y SP como resultado de traumas locales en la pulpa, lo que puede indicar su papel en la respuesta del proceso inflamatorio asociado con lesión tisular y reparación.²¹

Caviedes-Bucheli y colaboradores informaron que las expresiones de SP, CGRP y neuroquinina A (NKA) en el tejido humano inflamado en la pulpa dental fueron significativamente mayores en comparación con el control en pulpa saludable.²² Además, diversos autores han observado que la expresión de la CGRP, SP o ambos, se incrementó en la pulpa dental en respuesta al movimiento dental ortodóncico en ratas, gatos y humanos.^{23, 24, 25, 26} Norevall y colaboradores han sugerido que estos neuropéptidos podrían estar involucrados en la inflamación de la pulpa dental en el momento del movimiento dental ortodóncico.²⁷ Yamaguchi y colaboradores demostraron que la SP y el CGRP podrían estimular la producción de IL-1 beta, IL-6 y el factor de necrosis (TNF) en los fibroblastos humanos de la pulpa dental (HDPF) in vitro.²⁸ Además, Kojima y colaboradores informaron que SP estimuló significativamente la producción de la prostaglandina E2 (PGE2), el receptor del activador de la prostaglandina E2 (PGE2) y el receptor del activador de NF-kappaB.²⁹ En conjunto, a lo largo de los resultados los autores sugieren que durante el movimiento dental ortodóncico todos estos elementos están presentes y pueden participar activamente en el progreso de la inflamación en el tejido pulpar.

La sangre que fluye a través del diente se enfrenta con un ambiente único.

La pulpa dental está encerrada dentro de tejido rígido, su supervivencia depende de los vasos sanguíneos que acceden al interior del diente a

través del foramen apical. Como consecuencia de estas inusuales restricciones medioambientales, los cambios en el flujo sanguíneo o la presión del tejido vascular de la pulpa podrían traer graves consecuencias para la salud de la pulpa dental.³⁰

Diversos investigadores han estudiado el papel del sistema vascular en el movimiento dental incidente a la aplicación de fuerza de ortodoncia. Por ejemplo, se observó que incluso pequeñas fuerzas de corta duración, es decir, alrededor de 4 horas, pueden ser suficientes para evocar una respuesta celular.³¹

En investigaciones morfológicas de hace muchos años ya habían especulado acerca de que el tratamiento ortodóncico podría provocar una disminución en el flujo de sangre a la pulpa. Labart y colaboradores demostraron un aumento en la tasa de respiración pulpar en los incisivos de la rata (1 a 2 veces más en los dientes de control) cuando se sometían a estrés de ortodoncia a las 72 horas.³² Además Unsterseher, Hamersky y sus respectivos colaboradores observaron que la respiración de los tejidos de la pulpa estaba deprimida entre el 27% y 33% después de aplicación de la fuerza de ortodoncia.^{33, 34}

McDonald y Pitt Ford informaron una disminución inicial en el flujo sanguíneo pulpar de aproximadamente 32 minutos de duración, seguido por un aumento de este flujo (duración 48 horas) tras la aplicación de la fuerza de ortodoncia.³⁵ Kvinnsland y colaboradores observaron un aumento sustancial en el flujo sanguíneo pulpar en mesial de molares de ratas en 5 días.⁹ Wong y colaboradores también informaron que la presión o movimiento simple bucalmente de 2 mm en un diente, resultó en un incremento en el suministro vascular en la pulpa del diente.³⁶ Con observaciones histológicas, Mostafa y colaboradores reportaron que las fuerzas de ortodoncia pueden producir congestión, así como la dilatación de los vasos sanguíneos junto con edema del tejido pulpar¹⁷ y que el movimiento dental ortodóncico produjo un aumento en la densidad del volumen vascular, cuando se comparó con un grupo de control a las 6

horas. Además, Santamaría y colaboradores reportaron que el aumento de la densidad del volumen vascular volvió a valores similares que el grupo de control a las 24 y 72 horas de la aplicación de fuerza.³⁷ Nixon y sus colaboradores pudieron observar un incremento en el número de vasos pulpares funcionales durante 14 días después de la aplicación de la fuerza de ortodoncia.³⁸

En cuanto a las alteraciones vasculares que podría producir el tratamiento de ortodoncia, Derringer y colaboradores informaron que había un número significativamente mayor de microvasos después de 5 a 10 días de la pulpa de dientes tratados con ortodoncia, en comparación con las pulpas de los dientes sin tratamiento.³⁹

Los efectos de la fuerza intrusiva en los dientes humanos también han sido examinados histológicamente. Por ejemplo Stenvik y Mjor reportaron que la aplicación de una fuerza intrusiva a los dientes incisivos de mono causó necrosis en el tejido pulpar.¹⁶ Además de observar vasodilatación pulpar, trastornos circulatorios, hemorragia local, depósitos de hemosiderina marrones, sangre roja y degradación celular. Según Picton,⁴⁰ una fuerza intrusiva breve de 50 gramos (g.) de fuerza, produce un desplazamiento apical del diente de aproximadamente 40 micras, que es suficientemente grande como para distorsionar los vasos sanguíneos de 30 a 150 micras en diámetro. Brodin, Sano y sus respectivos colaboradores reportaron que una fuerza breve intrusiva produjo un desplazamiento transitorio apical del diente resultando una reducción significativa de sangre pulpar por el flujo de vasos de sangre comprimidos.⁴¹ En contra de estos reportes, Barwick y Ramsay informaron que el flujo sanguíneo pulpar no se altera durante la aplicación de fuerzas intrusivas breves en ortodoncia.⁴²

Reitan y Vanarsdall recomiendan que la fuerza extrusiva para adultos debe mantenerse entre 25 a 30 g. para prevenir daño pulpar.⁴³ Por otro lado, Profitt y Fields consideran que el rango de 50 a 75 g. es la magnitud de fuerza óptima para extrusión.¹³ Subay y colaboradores informaron

que la aplicación de fuerzas extrusivas de 75 g., no causaron efectos nocivos significativos en los odontoblastos.⁴⁴ Mostafa y colaboradores demostraron que las fuerzas extrusivas causan degeneración de la capa odontoblástica debido a trastornos circulatorios y degeneración en el tejido.¹⁷

Otros tipos de fuerzas ortodónticas, tales como inclinación y el movimiento en cuerpo, si se aplica en exceso también son capaces de alterar la tasa de respiración pulpar,^{32,33} disrupción de la capa odontoblástica¹⁷ resultando en una necrosis pulpar.¹⁶

Como se puede apreciar existen abundantes estudios de laboratorio que reseñan los daños que se producen en la pulpa por causa del movimiento ortodóntico, pero pocos que evalúen las condiciones clínicas en humanos que pueden presentarse por la aplicación de este tipo de fuerzas.

La prueba eléctrica también es denominada pulpometría eléctrica, exploración eléctrica y vitalometría. Es la única prueba capaz de medir en cifras la reacción dolorosa pulpar ante un estímulo externo, en este caso el paso de una corriente eléctrica.⁴⁵

Las pruebas de sensibilidad se efectúan con el fin de determinar si la pulpa de un diente es vital o no. La sensibilidad de un diente puede analizarse con el uso de estímulos térmicos, como el calor y el frío o con la aplicación de estímulos eléctricos.

En la mayoría de los casos, la vitalidad pulpar debe ser determinada por medios indirectos y esas medidas están basadas en la suposición de que una pulpa viva es capaz de responder a estímulos sensitivos como los de la estimulación mecánica, térmica y eléctrica. Esto significa que lo que se prueba es la sensibilidad de la pulpa, mejor que la vitalidad pulpar.⁴⁶

Las pruebas de sensibilidad eléctrica se llevan a cabo con un aparato especial, el denominado pulpómetro eléctrico (vitalómetro). Este aditamento está equipado con un electrodo que se aplica en contacto con el diente, donde se hace llegar una corriente eléctrica al órgano

dentario mediante el electrodo. La corriente o voltaje aplicado, se aumenta manualmente hasta que el paciente menciona que ha sentido dolor, momento en que debemos retirar el electrodo para evitar daños severos a la pulpa.



Figura 1. Vitalómetro.

La principal ventaja del vitalómetro es que obtiene un valor específico para el umbral de reacción del diente, se puede utilizar entonces para comparar entre pruebas de diferentes dientes y entre pruebas repetidas en un mismo diente en distintos momentos.¹

Aunque la pulpa dental es extraordinariamente sensible a los cambios de temperatura, en muchos aspectos la prueba térmica proporciona más información que la prueba eléctrica, persiste la dificultad de estandarizar la cantidad de estímulo calórico que se proporciona a los dientes en busca de una respuesta, por lo que el vitalómetro resulta más eficaz, pues proporciona un rango estable de cantidad de estímulo aplicado y a qué nivel se da la respuesta dolorosa. Una de las limitantes de esta prueba es que el verificador pulpar eléctrico no se puede utilizar en presencia de

restauraciones amplias o en prótesis fijas que involucren a varios dientes ferulizados.⁴⁷

Aunque se considera la vitalometría eléctrica como el mejor medio semiotécnico para conocer si la pulpa está viva o necrótica, no se considera que sea útil para conocer con precisión su estado patológico.⁴⁸

Sin embargo Miller mencionado por Lasala,⁴⁵ publica en su texto un cuadro (Fig.2), donde se explica la respuesta a la prueba vitalométrica. Menciona que existe un nivel de irritación media, que es diferente en cada individuo y que se ve influenciado por la edad. De este punto, se requiere menor cantidad de corriente para emitir respuesta cuando existen alteraciones pulpares inflamatorias agudas, como la pulpitis transicional o la pulpitis aguda y se requiere mayor cantidad de corriente cuando están presentes alteraciones degenerativas o necrosis pulpares parciales o totales.

La salud y la integridad de la pulpa dental son de gran importancia para la supervivencia del diente. El diagnóstico del dolor orofacial es complicado en el paciente con tratamiento de ortodoncia inducida por alteraciones en la fisiología pulpar, pues se pueden dar respuestas alteradas con facilidad, por lo que el clínico debe de saber determinar cuando un tratamiento ortodóntico está produciendo algún tipo de alteración pulpar, para evitar daños irreversibles o la necrosis en este tejido.⁴⁹

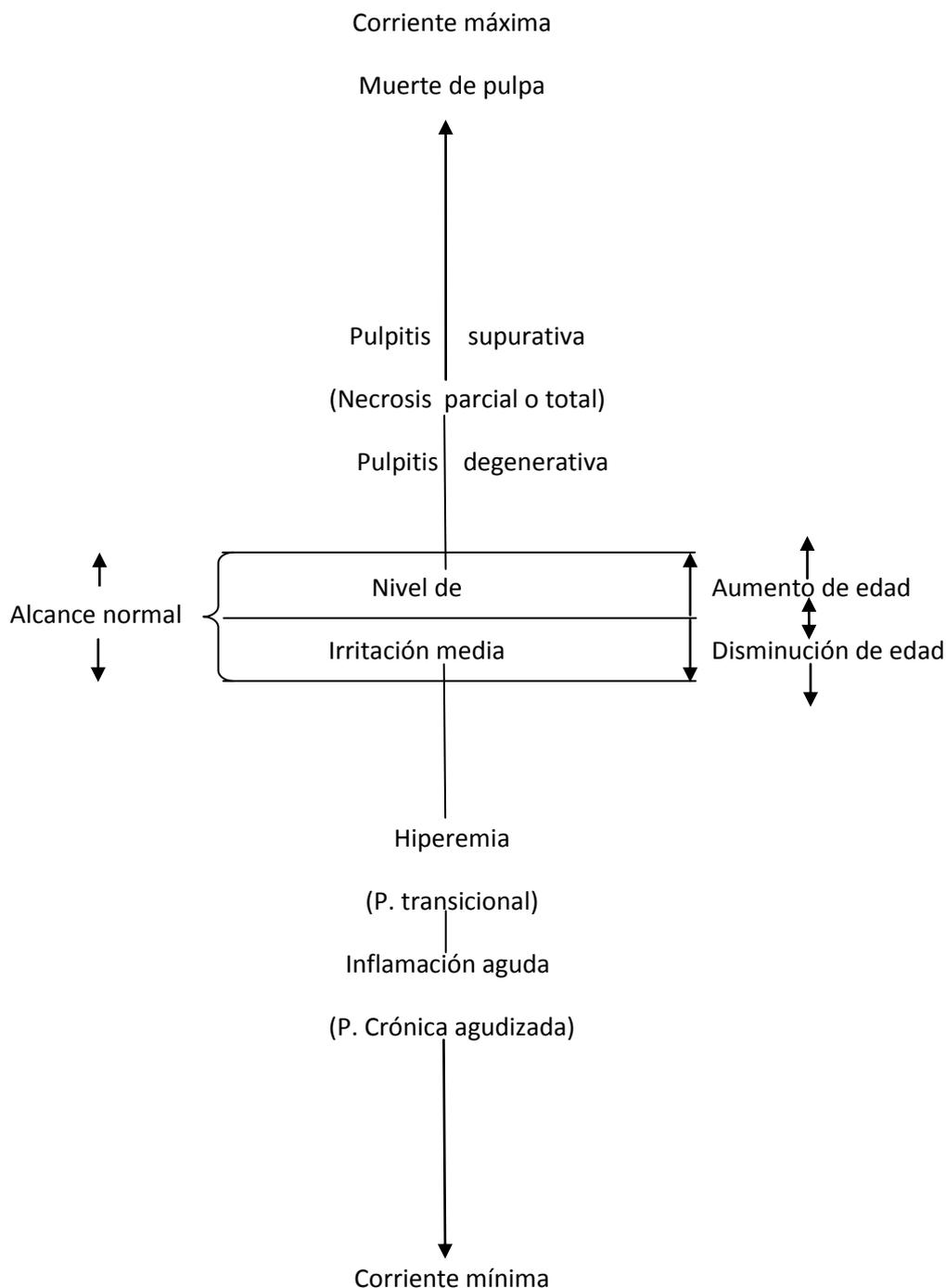


Figura .2. Esquema de Miller, tomado de Lasala.⁴⁵

El margen normal en la vitalometría eléctrica aumenta con la edad y disminuye en las personas jóvenes. Con menos cantidad de corriente se obtienen respuestas iguales o mayores en la hiperemia pulpar y en la inflamación aguda de la pulpa. Es necesario mayor cantidad de corriente para obtener la respuesta en afecciones degenerativas y todavía más en las pulpitis supurativas, mientras que en la muerte o necrosis pulpar no se obtiene respuesta alguna.

V. HIPÓTESIS

El tratamiento de ortodoncia provoca cambios en la sensibilidad de la pulpa, que puede ser valorada a través del vitalómetro.

VI. VARIABLES:

VI.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tratamiento de ortodoncia.

VI.1.1. DEFINICIÓN OPERACIONAL

La ortodoncia es una rama de la Odontología que se encarga del estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de las anomalías de forma, posición, relación y función de las estructuras dentomaxilofaciales; siendo su ejercicio el arte de prevenir, diagnosticar y corregir sus posibles alteraciones y mantenerlas dentro de un estado óptimo de salud y armonía, mediante el uso y control de diferentes tipos de fuerzas.^{10, 11}

VI.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Sensibilidad pulpar.

VI.2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Reacción de la pulpa a los diferentes estímulos térmicos y eléctricos.

VI.2.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL

La sensibilidad pulpar se mide con un vitalómetro.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL:

16 pacientes con tratamiento de ortodoncia.

Pacientes de sexo indistinto.

Pacientes de 15 a 38 años.

Vitalómetro.

Instrumental de exploración 1x4.

Pasta Dental.

MÉTODO:

Mediante un estudio prospectivo, longitudinal, comparativo y experimental; se seleccionaron pacientes de sexo indistinto, con un rango de edad de 15 a 38 años y que acudieron a la Clínica de Ortodoncia de Naucalpan, a los cuales se les hizo pruebas de sensibilidad pulpar en los dientes incisivos superiores e inferiores, con la ayuda de un vitalómetro.

Para obtener la medición de la sensibilidad presentada en los dientes incisivos, se colocó pasta dental en la punta del electrodo del vitalómetro y esta se acercó al área vestibular de los dientes donde se inició la medición en el nivel uno (medición del vitalómetro del uno al 10) aumentando la frecuencia hasta que el paciente refería alguna respuesta afirmativa.

La primera prueba se llevó a cabo antes de la colocación de los brackets, la segunda a las 24 horas, la tercera a las 72 horas y la cuarta se llevó a cabo a largo plazo, en diferentes lapsos de tiempo 9 días (4.1%), 10 días (33.3%), 15 días (8.3%), 16 días (4.1%), 17 días (8.3%), 38 días (8.3%) y no se realizaron las pruebas a un (33.3%) de los dientes, por diferentes motivos.



Figura. 3. Rióstato del vitalómetro utilizado.

VIII. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes con tratamiento de ortodoncia
- Pacientes de 15 a 38 años.
- Pacientes de sexo indistinto.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes que no cooperan
- Dientes con patología pulpar
- Dientes con algún traumatismo
- Pacientes con enfermedad periodontal
- Pacientes con marcapasos
- Pacientes pre medicado con analgésicos, tranquilizantes, etc.

IX. RESULTADOS

En el paciente No.1 el diente 11 (incisivo central superior derecho) mantuvo la sensibilidad de la pulpa a las 24 horas y a las 72 horas, tomando como parámetro la prueba inicial, la cual se realizó antes de la colocación de los brackets; pero se modificó a los 10 días, ya que aumentó la sensibilidad de manera leve a moderada.

El diente 12 (Incisivo lateral superior derecho) disminuyó de manera muy evidente la sensibilidad de la pulpa a las 24 horas en comparación con la prueba inicial antes de la colocación de los brackets; pero se mantuvo la sensibilidad a las 72 horas y a los 10 días, no ocurrieron cambios.

Diente 21 (Incisivo central superior izquierdo) disminuyó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada nuevamente y a los 10 días aumentó la sensibilidad de manera leve a moderada.

Diente 22 (Incisivo lateral superior izquierdo) la sensibilidad de la pulpa disminuyó de manera muy evidente a las 24 horas, tales resultados se mantuvieron a las 72 horas y a los 10 días posteriores.

Diente 31 (Incisivo central inferior izquierdo) aumentó la sensibilidad de manera muy evidente a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó la sensibilidad de manera leve a moderada y a los 10 días nuevamente disminuyó la sensibilidad de manera leve a moderada.

Diente 32 (Incisivo lateral inferior izquierdo) disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente a las 24 horas, a las 72 horas aumento de manera muy evidente y a los 10 días disminuyó la sensibilidad de forma muy evidente.

Diente 41 (Incisivo central inferior derecho) disminuyó la sensibilidad de manera leve a moderada a las 24 horas, a las 72 horas aumentó de forma

muy evidente la sensibilidad en la pulpa y a los 10 días aumentó de manera leve a moderada.

Diente 42 (Incisivo lateral inferior derecho) disminuyó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas aumentó la sensibilidad de forma muy evidente y a los 10 días disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente.

PACIENTE 2

Diente 11. A las 24 y a las 72 horas disminuyó la sensibilidad de leve a moderada y a los 16 días aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 12. Aumentó la sensibilidad a las 24 horas de manera muy evidente, a las 72 horas disminuyó de forma muy evidente y a los 16 días se mantuvo el nivel de sensibilidad presentado.

Diente 21. A las 24 y a las 72 horas aumentó la sensibilidad de manera leve a moderada y a los 16 días disminuyó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 22. A las 24 y a las 72 horas, la sensibilidad de la pulpa del diente se mantuvo igual desde la prueba inicial y a los 16 días aumentó la sensibilidad de manera muy evidente.

Los dientes 31, 32 y 41. A las 24 horas disminuyeron la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada, a las 72 horas y a los 9 días se mantuvo igual el nivel de sensibilidad.

Diente 42. A las 24 disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente y no hubo cambios en el nivel de sensibilidad ya que se mantuvo igual a las 72 horas y a los 9 días

PACIENTE 3

Diente 11. A las 24 y 72 horas disminuyó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada y a los 10 días aumentó de leve a moderada.

Diente 12. A las 24 y 72 horas aumentó la sensibilidad de leve a moderada a los 10 días disminuyó de leve a moderada la sensibilidad de la pulpa.

Diente 21. Aumentó de leve a moderada a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada y a los 10 días nuevamente aumentó de manera leve a moderada.

Diente 22. Aumentó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas, a las 72 horas se mantuvo el nivel de sensibilidad y a los 10 días aumentó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada.

Diente 31. Aumentó a las 24 horas de leve a moderada, a las 72 horas aumentó de manera muy evidente y a los 10 días disminuyó de leve a moderada.

Diente 32. Disminuyó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada a las 24 y 72 horas y aumentó de leve a moderada la sensibilidad a los 10 días.

Diente 41. A las 24 horas se mantuvo el nivel de sensibilidad, a las 72 horas aumentó la sensibilidad levemente y a los 10 días disminuyó levemente la sensibilidad.

Diente 42. No contabilizado.

PACIENTE 4

Diente 11. A las 24 horas se mantuvo el nivel, a las 72 horas disminuyó de manera leve a moderada la sensibilidad y a los 17 días aumentó la sensibilidad de manera muy evidente.

Diente 12. Aumentó de manera leve a moderada la sensibilidad de la pulpa a las 24 horas, se mantuvo a las 72 horas y a los 17 días nuevamente aumentó la sensibilidad pero de manera leve a moderada.

Diente 21. Se mantuvo el grado de sensibilidad a las 24 horas, a las 72 horas aumentó de leve a moderada y disminuyó de manera muy evidente a los 17 días.

Diente 22. A las 24 disminuyó de leve a moderada, a las 72 horas y a los 17 días aumentó la sensibilidad de la pulpa de manera leve a moderada.

Diente 31. Se mantuvo a las 24 horas, a las 72 horas aumentó la sensibilidad de manera muy evidente y a los 17 días disminuyó de manera leve a moderada la sensibilidad de la pulpa.

Diente 32. Se mantuvo igual a las 24 horas el nivel de sensibilidad, a las 72 horas disminuyó de manera muy evidente y se mantuvo así a los 17 días.

Diente 41. Se mantuvo el nivel de sensibilidad a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada y los 17 días aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 42. Se mantuvo la sensibilidad de la pulpa, aumentó de leve a moderada a las 72 horas y a los 17 días disminuyó de leve a moderada.

PACIENTE 5

Diente 11. Disminuyó de leve a moderada la sensibilidad de la pulpa a las 24 y 72 horas, a los 38 días aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 12. Aumentó la sensibilidad a las 24 horas de leve a moderada y se mantuvo igual a las 72 horas y a los 38 días.

Diente 21. Aumentó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada y a los 38 días aumentó de manera muy evidente la sensibilidad de la pulpa.

Diente 22. Disminuyó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada a las 24, 72 horas y hasta los 38 días.

Diente 31. Disminuyó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 y 72 horas y aumentó de manera leve a moderada a los 38 días.

Diente 32. Disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente a las 24 horas, pero a las 72 horas y hasta los 38 días después la sensibilidad de la pulpa disminuyó de leve a moderada.

Diente 41. Disminuyó de leve a moderada a las 24, 72 horas y a los 38 días.

Diente 42. Se mantuvo a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó la sensibilidad de forma muy evidente y disminuyó pero de leve a moderada a los 38 días.

PACIENTE 6

En los dientes 11 y 12 a las 24 horas disminuyó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada, a las 72 horas aumentaron de forma muy evidente y a los 10 días disminuyó de leve a moderada.

Diente 21. Disminuyó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas, se mantuvo a las 72 horas y a los 10 días aumentó de leve a moderada la sensibilidad.

Diente 22. Disminuyó de manera muy evidente a las 24 horas la sensibilidad, se mantuvo de esta manera hasta las 72 horas y a los 10 días aumentó de manera muy evidente.

Diente 31. A las 24 horas aumentó de manera leve a moderada la sensibilidad en la pulpa.

En los dientes 32, 41 y 42 disminuyó de leve a moderada la sensibilidad de la pulpa.

Las pruebas a las 72 horas y a largo plazo no se realizaron en ninguno de los dientes inferiores en este paciente.

PACIENTE 7

Diente 11. Aumentó la sensibilidad de la pulpa de leve a moderada a las 24 horas y a las 72 horas, a los 10 días disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente.

En los dientes 12 y 21 disminuyó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas y se mantuvo desde las 72 horas hasta los 10 días que se realizó la cuarta prueba.

Diente 22. A las 24 horas aumentó de leve a moderada la sensibilidad, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada y a los 10 días se mantuvo el nivel de sensibilidad pulpar.

Diente 31. Disminuyó de leve a moderada a las 24 horas, se mantuvo la sensibilidad de la pulpa hasta las 72 horas y a los 10 días después.

Diente 32. A las 24 horas aumentó la sensibilidad de manera muy evidente, a las 72 horas disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente y a los 10 días la sensibilidad de la pulpa se mantuvo igual.

Diente 41. A las 24 horas disminuyó de leve a moderada, a las 72 horas aumentó la sensibilidad de leve a moderada y a los 10 días disminuyó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 42. Se mantuvo igual a las 24 y 72 horas la sensibilidad, pero a los 10 días disminuyó de manera muy evidente.

PACIENTE 8

Diente 11. Disminuyó de leve a moderada a las 24 horas, se mantuvo a las 72 horas.

Los dientes 12 y 21 aumentaron la sensibilidad de manera leve a moderada a las 24 y 72 horas.

Diente 22. Aumentó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 31. A las 24 horas aumentó la sensibilidad de manera muy evidente, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada.

Diente 32. Se mantuvo el nivel de sensibilidad a las 24 horas y a las 72 horas aumentó de leve a moderada.

Diente 41. A las 24 y 72 horas la sensibilidad de la pulpa disminuyó de leve a moderada.

Diente 42. Se mantuvo igual la sensibilidad de la pulpa a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada.

Las pruebas de sensibilidad de la pulpa a largo plazo no se llevaron a cabo.

PACIENTE 9

Diente 11. No mostro ningún nivel de sensibilidad en las 24, 72horas, ni a los 15 días.

Diente 12. A las 24 horas disminuyó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas y a los 15 días aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 21. Disminuyó de leve a moderada la sensibilidad a las 24 horas, a las 72 horas y a los 15 días aumentó de leve a moderada.

Diente 22. Disminuyó la sensibilidad de leve a moderada a las 24 horas, se mantuvo hasta las 72 horas y a los 15 días aumentó la sensibilidad de manera muy evidente.

En los dientes 31 y 42 disminuyó la sensibilidad de manera muy evidente a las 24 horas, a las 72 horas y a los 15 días aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 32. Se mantuvo a las 24 horas, aumentó de leve a moderada la sensibilidad a las 72 horas y a los 15 días disminuyó de leve a moderada.

Diente 41. A las 24 horas se mantuvo la sensibilidad de la pulpa, a las 72 horas aumentó de leve a moderada y a los 15 días se mantuvo igual.

PACIENTE 10

Los dientes 11, 21, 22, 31, 32, 41 y 42 mantuvieron a las 24 horas el mismo nivel de sensibilidad en la pulpa.

Diente 12 aumentó la sensibilidad de la pulpa de manera muy evidente a las 24 horas.

Las pruebas a las 72 horas y a largo plazo no se realizaron.

PACIENTE 11

En los dientes 11 y 21 a las 24 horas disminuyó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas aumentó la sensibilidad de leve a moderada.

Diente 12. A las 24 horas aumentó la sensibilidad de leve moderada, se mantuvo hasta las 72 horas.

Diente 22. A las 24 horas aumentó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas disminuyó de leve a moderada.

En los dientes 31, 32 y 41 aumentaron de leve a moderada la sensibilidad de la pulpa a las 24 horas y a las 72 horas aumentaron de la misma manera la sensibilidad.

Diente 42. Aumentó la sensibilidad de manera muy evidente a las 24 horas, a las 72 horas disminuyó de manera muy evidente.

Las pruebas de sensibilidad de la pulpa a largo plazo no se realizaron en ninguno de los dientes.

PACIENTE 12

No se realizaron las pruebas a las 24, 72 horas y largo plazo en los dientes 11, 12, 21 y 22.

Diente 31. A las 24 horas aumentó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas disminuyó el nivel de manera muy evidente y los 10 días aumentó la sensibilidad de manera muy evidente.

Diente 32. A las 24 horas disminuyó la sensibilidad de leve a moderada, a las 72 horas y a los 10 días aumentó la sensibilidad pulpar de leve a moderada.

Diente 41. A las 24 horas disminuyó la sensibilidad de la pulpa de manera muy evidente, a las 72 horas el aumento fue muy evidente y a los 10 días disminuyó de leve a moderada.

Diente 42. A las 24 horas aumentó de leve a moderada la sensibilidad pulpar, disminuyó de forma muy evidente a las 72 horas y a los 10 días aumentó de manera muy evidente.

A cuatro pacientes se les realizó una sola prueba y no fue posible realizar las pruebas a las 24, 72 horas ni las de largo plazo.

Con la idea de resumir los resultados mencionados arriba, se agruparon los datos de acuerdo a los siguientes criterios: (Propuestos por la autora de la investigación)

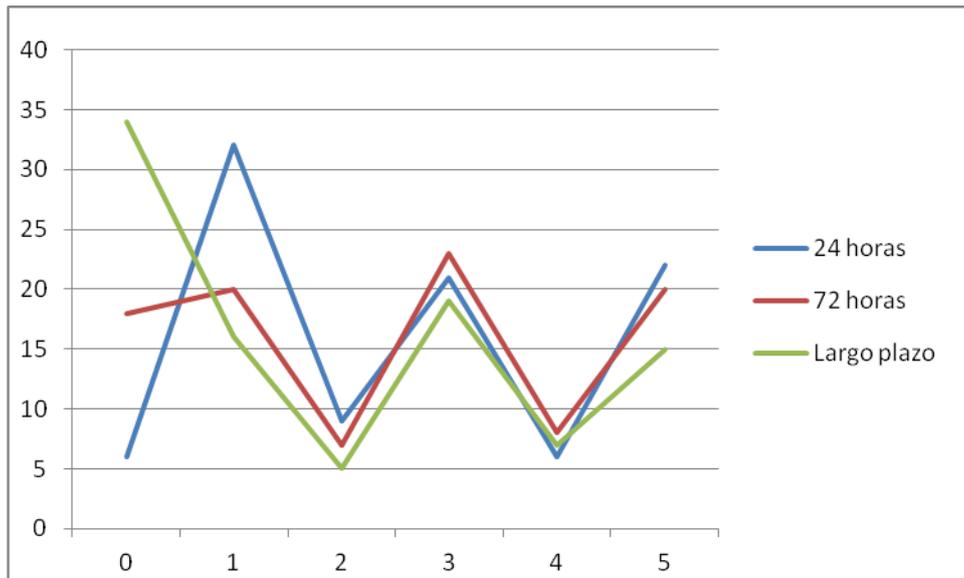
Criterio	Equivalente a:
0	No fue contabilizado.
1	Disminuyó la sensibilidad de forma leve a moderada.
2	Disminuyó la sensibilidad de forma muy evidente.
3	Aumentó la sensibilidad de forma leve a moderada.
4	Aumentó la sensibilidad de forma muy evidente.
5	La sensibilidad se mantuvo igual, no hubo cambios evidentes.

Tabla 1. Relación de los criterios adoptados para realizar la agrupación de los resultados.

De acuerdo a estos criterios los datos agrupados se pueden apreciar en la tabla 2 y gráfica 1.

Criterios	A las 24 horas		A las 72 horas		A largo plazo	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	6	6.25	18	18.75	34	35.42
1	32	33.3	20	20.83	16	16.6
2	9	9.38	7	7.29	5	5.21
3	21	21.8	23	23.96	19	19.7
4	6	6.25	8	8.33	7	7.29
5	22	22.92	20	20.83	15	15.63
Total	96	100	96	100	96	100

Tabla 2. Totalidad de las frecuencias agrupadas de acuerdo a los criterios mencionados en la tabla 1.



Gráfica 1. Representación de los resultados agrupados.

En las siguientes tablas se muestran los datos de dos proporciones independientes

Dientes Superiores

	Diente 11	Diente 12	Diente 21	Diente 22	Total	%
Disminución leve a moderada	10	4	9	8	31	28.1%
Disminución evidente	1	2	1	2	6	5.5%
Aumento leve a moderada	6	10	13	7	36	32.7%
Aumento evidente	2	3	1	3	9	8.2%
Mantuvo	5	9	5	9	28	25.5%
Total					110	100.0%

Tabla 3. Totalidad de las frecuencias agrupadas de acuerdo a los criterios mencionados en la tabla 1, en los dientes superiores.

Dientes Inferiores

	Diente 31	Diente 32	Diente 41	diente 42	Total	%
Disminución leve a moderada	9	8	13	5	35	29.9%
Disminución evidente	2	5	1	7	15	12.8%
Aumento leve a moderada	8	7	7	4	26	22.2%
Aumento evidente	5	2	2	3	12	10.3%
Mantuvo	6	8	7	8	29	24.8%
Total					117	100.0%

Tabla 4. Totalidad de las frecuencias agrupadas de acuerdo a los criterios mencionados en la tabla 1, en los dientes inferiores.

Criterio	% Obtenido en dientes superiores	% Obtenido en dientes inferiores	Posibilidad de que exista diferencia significativa (en porcentaje)
Disminución leve a moderada	28.1	29.9	23.58
Disminución evidente	5.5	12.8	94.76
Aumento leve a moderado	32.7	22.2	92.66
Aumento evidente	8.2	10.3	41.76
Mantuvo	25.5	24.8	10.34

Tabla 5. Datos de la prueba estadística de dos proporciones independientes.

X. DISCUSIÓN

Las pruebas realizadas para conocer la sensibilidad de la pulpa, se estandarizaron de dos maneras: a) se realizó en los dientes incisivos centrales y laterales superiores e inferiores, b) fue aplicada con la ayuda de un vitalómetro, para tener un indicador constante de estímulo en todos los pacientes que acudieron a la Clínica de Ortodoncia y evitar al máximo la subjetividad. En la revisión de la bibliografía no se encontraron estudios similares al que se presenta ahora.

Si bien es cierto que el vitalómetro, en términos generales, sólo da información acerca de la existencia de la pulpa vital, sin poder discriminar acerca de la posible enfermedad pulpar, también es claro que esto ocurre cuando se realizan las pruebas en los dientes con algún tipo de patología de la pulpa dental.

Esta investigación se llevo a cabo tomando en cuenta los siguientes puntos:

1. Se utilizaron dientes con pulpa sana.
2. Se monitoreo su respuesta pulpar.
3. Se aplico un estímulo extraordinario es decir la colocación de aparatología fija con el uso de fuerzas ortodónticas.
4. Se determino nuevamente la respuesta ante el estímulo eléctrico.

De los resultados que obtuvimos destaca que, a las 24 horas, el criterio que con mayor frecuencia se presentó es el 1, el cual nos indica que disminuye de forma leve a moderada la sensibilidad de la pulpa en los dientes de los pacientes; es decir, aparentemente la pulpa no responde igual que antes de la aplicación de las fuerzas ortodónticas por encontrarse en un estado traumático. A las 72 horas, el criterio más frecuente es el 3, donde hay un aumento en la sensibilidad de manera leve a moderada, debido a que, con seguridad, para este periodo de

tiempo ya se ha producido una inflamación en la pulpa que se ve reflejado en la respuesta al vitalómetro.

En la prueba a largo plazo la cual se realizó en diferentes tiempos, debido a que los pacientes ya no acudían con tanta puntualidad a sus citas, se presentó una tendencia a la estabilidad en la sensibilidad, por lo que creemos que la pulpa dental se adapta a los cambios a que es sometida y no se detectaron cambios relevantes en la sensibilidad de este tejido.

También se debe resaltar el hecho de la pérdida de casos conforme aumentó el tiempo de observación, como se puede apreciar en la gráfica 1, donde poco más de la tercera parte de los casos ya no acudieron a ser evaluados a largo plazo, sin embargo el resto de las evaluaciones dieron resultados de interés para la investigación.

Para cumplir con el objetivo que nos propusimos de determinar si había diferencias entre los dientes anteriores superiores e inferiores, se hizo un análisis mediante la prueba estadística de diferencia de proporciones, en ella se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los dientes en los cinco criterios establecidos en los distintos grupos.

El único dato que sobresale es el caso de disminución evidente, donde la prueba estadística nos indica 94.76% de posibilidad, cuando la diferencia es significativa cuando se llega al rango de 95%, por lo que estuvo muy cercana a este criterio. Un intento personal de explicación sería que los dientes inferiores muestran mayor disminución evidente de la sensibilidad, debido a la menor cantidad de pulpa y el pequeño diámetro de su foramen, que impide solventar adecuadamente la reacción ante la aplicación de las fuerzas ortodónticas.

XI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio y entendiendo que la metodología empleada no puede eliminar la subjetividad total de las pruebas realizadas destacamos que:

1. El posible daño a la pulpa dental por la aplicación de las fuerzas ortodónticas es muy bajo.
2. Contrariamente a lo esperado, en las primeras horas se presenta un fenómeno de disminución de la sensibilidad pulpar, seguramente producido por la presión ejercida en el ligamento periodontal apical, por la aparatología ortodóntica.
3. Sin embargo a las 72 horas, cuando se ha instalado el proceso inflamatorio consecuente del tratamiento ortodóntico, se aprecia un aumento en la sensibilidad, pues seguramente esta inflamación de los tejidos de soporte se disemina hacia el tejido pulpar.
4. Este aumento de la sensibilidad de la pulpa paulatinamente va disminuyendo, conforme aumenta el tiempo de tratamiento, hasta llegar a su estado normal, por lo que no se producen daños severos a la pulpa por causa del tratamiento de ortodoncia.
5. Por último, no existieron diferencias significativas entre la respuesta de los dientes superiores e inferiores.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tronstad Leif, Endodoncia clínica, Ediciones Científicas y Técnicas S.A, Masson1993; pags.6-8, 74,75.
2. Weine Franklin, Tratamiento endodóncico, 5ta edición, Harcourt Brace, 1997; pag 97.
3. Walton Richard, Endodoncia principios y práctica clínica, interamericana.McGraw-Hill 1990; pag23.
4. Kim S: Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. J Endod 16:48-53, 1990.
5. Ohkubo T, Shibata M, Yamada Y, et al: Role of substance P in neurogenic inflammation in the rat incisor pulp and the lower lip. Arch Oral Biol 38:151-158, 1993.
- 6 . Jancso-Gabor A, Szolcsanyi J: Neurogenic inflammatory responses. J Dent Res 51:264-269, 1972.
7. Fazekas A, Vindisch K, Posch E, et al: Experimentally induced neurogenic inflammation in the rat oral mucosa. J Periodontal Res 25:276-282, 1990.
8. Fristad I, Kvinnsland IH, Jonsson R, et al: Effect of intermittent long-lasting electrical tooth stimulation on pulpal blood flow and immunocompetent cells: a hemodynamic and immunohistochemical study in young rat molars. Exp Neurol 146:230-239, 1997.
9. Kvinnsland S, Heyeraas K, Ofjord ES: Effect of experimental tooth movement on periodontal and pulpal blood flow. Eur J Orthod 11:200-205, 1989.

10. Vandevska-Radunovic V: Neural modulation of inflammatory reactions in dental tissues incident to orthodontic tooth movement. A review of the literature. *Eur J Orthod* 21:231-247, 1999.
11. Yamaguchi M., *The Effects of Orthodontic Mechanics on the Dental Pulp, Seminars in Orthodontics, Vol 13, No 4 (December), 2007: pp 272-276.*
12. Hamilton R.S., Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges, *International Endodontic Journal*, 32, 344, 1999.
13. Profitt WR, Fields HW: Contemporary orthodontics. 2nd ed. St Louis, Mosby-Year Book, 1993, p 277-278.
14. Butcher EO, Taylor AC: The vascularity of the incisor pulp of the monkey and its alteration by tooth retraction. *J Dent Res* 31:239-247, 1952.
15. Turley PK, Joiner MW, Hellstrom S: The effect of orthodontic extrusion on traumatically intruded teeth. *Am J Orthod* 85:47-56, 1984.
16. Stenvik A, Mjor IA: Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 57:370-385, 1970.
17. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH: Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 99:30-34, 1991.
18. Anstendig HS, Kronman JH: A histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod* 42:50-55, 1972.
19. Lotz M, Vaughan JH, Carson DA: Effect of neuropeptides on production of inflammatory cytokines by human monocytes. *Science* 241:1218-1221, 1988.

20. Rameshwar P, Ganea D, Gascon P: In vitro stimulatory effect of substance P on hematopoiesis. *Blood* 81:391- 398, 1993.
21. Byers MR, Narhi MV: Dental injury models: experimental tools for understanding neuroinflammatory interactions and polymodal nociceptor functions. *Crit Rev Oral Biol Med* 10:4-39, 1999.
22. Caviedes-Bucheli J, Lombana N, Azuero-Holguin MM, et al: Quantification of neuropeptides (calcitonin gene-related peptide, substance P, neurokinin A, neuropeptide Y and vasoactive intestinal polypeptide) expressed in healthy and inflamed human dental pulp. *Int Endod J* 39:394-400, 2006.
23. Norevall LI, Matsson L, Forsgren S: Main sensory neuropeptides, but not VIP and NPY, are involved in bone remodeling during orthodontic tooth movement in the rat. *Ann N Y Acad Sci* 865:353-359, 1998.
24. Nicolay OF, Davidovitch Z, Shanfeld JL, et al: Substance P immunoreactivity in periodontal tissues during orthodontic tooth movement. *Bone Miner* 11:19-29, 1990.
25. Kvinnsland I, Kvinnsland S: Changes in CGRP-immunoreactive nerve fibres during experimental tooth movement in rats. *Eur J Orthod* 12:320-329, 1990.
26. Parris WG, Tanzer FS, Fridland GH, et al: Effects of orthodontic force on methionine enkephalin and substance P concentrations in human pulpal tissue. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 95:479-489, 1989.
27. Norevall LI, Forsgren S, Matsson L: Expression of neuropeptides (CGRP, substance P) during and after orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod* 17: 311-325, 1995.
28. Yamaguchi M, Kojima T, Kanekawa M, et al: Neuropeptides stimulate production of interleukin-1 beta, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha in human dental pulp cells. *Inflamm Res* 5:199-204, 2004.

29. Kojima T, Yamaguchi M, Kasai K: Substance P stimulates release of RANKL via COX-2 expression in human dental pulp cells. *Inflamm Res* 55:78-84, 2006.
30. Kim S, Dorsher-Kim J: Hemodynamic regulation of the dental pulp in a low compliance environment. *J Endod* 15:404-408, 1989.
31. Roberts WE, Ferguson DJ: Cell kinetics of the periodontal ligament, in Norton LA, Burstone CJ (eds): *The Biology of Orthodontic Tooth Movement*. Boca Raton, FL, CRC, 1989.
32. Labart WA, Taintor JF, Dyer JK, Weimer AD: The effect of orthodontic forces on pulp respiration in the rat incisor. *J Endod* 6:724-727, 1980.
33. Unsterseher RE, Nieberg LG, Weimer AD, et al: The response of human pulpal tissue after orthodontic forcé application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92:220- 224, 1987.
34. Hamersky PA, Weimer AD, Taintor JF: The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. *Am J Orthod* 77:368- 378, 1980.
35. McDonald F, Pitt Ford TR: Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. *Eur J Orthod* 16:1-9, 1994.
36. Wong VS, Freer TJ, Joseph BK, et al: Tooth movement and vascularity of the dental pulp: a pilot study. *Aust Orthod J* 15:246-250, 1999.
37. Santamaria M Jr., Milagres D, Stuani AS, Stuani MB, Ruellas AC: Initial changes in pulpal microvasculature during orthodontic tooth movement: a stereological study. *Eur J Orthod* 28:217-220, 2006.
38. Nixon CE, Saviano JA, King GJ, et al: Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Endod* 19:13-16, 1993.

39. Derringer KA, Jagers DC, Linden RW: Angiogenesis in human dental pulp following orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 75:1761-1766, 1996.
40. Picton DC: The effect on normal vertical tooth mobility of the rate of thrust and time interval between thrusts. *Arch Oral Biol* 8:291-299, 1963.
41. Brodin P, Linge L, Aars H: Instant assessment of pulpal blood flow after orthodontic force application. *J Orofac Orthop* 57:306-309, 1996.
42. Barwick PJ, Ramsay DS: Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:273-279, 1996.
43. Reitan TM, Vanarsdall RL: Biomechanical principles and reactions, in Graber TM, Vanardall RL *Orthodontic Current Principles and Techniques*. 2nd ed. St Louis, Mosby-Year Book, 1994, pp 96-192.
44. Subay RK, Kaya H, Tarim B, et al: Response of human pulpal tissue to orthodontic extrusive applications. *J Endod* 27:508-511, 2001.
45. Lasala Angel, *Endodoncia*, 3ª.edición, Editorial Salvat Editores, S. A., 1979; pág. 53.
46. Lindhe Jan, *Periodontologia clínica*, 2da.edición, editorial panamericana, 1992; pág. 253.
47. Frederick Ralph, *Endodoncia clínica*, Editorial Labor, S.A.1975; pág. 115.
48. MILLER, S. CH.: *Diagnóstico y tratamiento bucal* (traducción del inglés "Oral diagnosis" por Lane H.), Rosario, La Médica, 1957, p.383.
49. Alomari F.A. Responses of pulp sensibility tests during orthodontic treatment and retention, *International Endodontic Journal*, 2011.