

**CONCENTRACIÓN DE LA ENZIMA AST (ASPARTATO
AMINOTRANSFERASA) EN DIENTES SOMETIDOS A FUERZAS
ORTODÓNTICAS INTRUSIVAS**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ORTODONCIA
CARTAGENA
COLOMBIA**

2016

**CONCENTRACIÓN DE LA ENZIMA AST (ASPARTATO
AMINOTRANSFERASA) EN DIENTES SOMETIDOS A FUERZAS
ORTODÓNTICAS INTRUSIVAS**

**MARCELA BEDOYA PEREZ
MARTHA DE ARMAS OROZCO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
POSGRADO DE ORTODONCIA
CARTAGENA
COLOMBIA**

2016

**CONCENTRACIÓN DE LA ENZIMA AST (ASPARTATO
AMINOTRANSFERASA) EN DIENTES SOMETIDOS A FUERZAS
ORTODÓNTICAS INTRUSIVAS**

Investigador principal

ESTELLA PUPO MARRUGO

Odontóloga – Universidad de Cartagena
Especialista en endodoncia - Universidad de Cartagena
Docente pregrado - Universidad de Cartagena

Coinvestigador

VERENA PEREZ

Odontóloga – Universidad de Cartagena
Especialista en ortodoncia - Universidad de Cartagena
Docente postgrado - Universidad de Cartagena

MARCELA BEDOYA PEREZ

Odontóloga – Universidad CES
Residente Postgrado de Ortodoncia

MARTHA DE ARMAS OROZCO

Odontóloga – Universidad Metropolitana
Residente Postgrado de Ortodoncia

Asesor Metodológico

LUIS CARLOS FANG MERCADO

Odontólogo - Universidad de Cartagena
MSc. Inmunología - Universidad de Cartagena

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

POSTGRADO DE ORTODONCIA

CARTAGENA

COLOMBIA

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Cartagena de Indias, junio 2016

DEDICATORIA

Le dedicamos este trabajo a nuestros padres por acompañarnos durante todo este largo proceso, a los docentes por su apoyo incondicional por su entrega y profesionalismo, por reconocer nuestra labor como estudiantes, por valorar nuestros sacrificios para llevar a cabo cada uno de las tareas propuestas para que este proyecto de investigación se hiciera posible.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el motor de vida, por brindarnos la oportunidad de trazar y cumplir nuestros propósitos, por darnos paso a paso las posibilidades de conseguir todo lo necesario para la realización de este proyecto .

A el docente Carlos Moneriz Pretell y a la bacterióloga Sandra Zapata Jaramillo por su importante aporte para la realización de todo el proceso en el área de bioquímica.

A los estudiantes y docentes del posgrado de ortodoncia por su colaboración

TABLA DE CONTENIDO

	Pg.
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. OBJETIVOS.....	21
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	21
3. JUSTIFICACION.....	22
4. MARCO TEORICO	23
4.1. ORTODONCIA, MOVIMIENTOS Y FUERZAS APLICADAS.	23
4.1.1. Rotación.....	24
4.1.2. Traslación.	25
4.1.3. Intrusión.	26
4.1.4. Extrusión.....	28
4.1.5. Inclinación.....	30
4.2. FUERZAS ORTODONTICAS.....	31
4.2.1. Tipos de fuerzas.....	31
4.3. ASPARTATO AMINOTRASFERASA.	32
4.3.1. Valores normales de la aspartato en sangre.....	34
4.4. RESPUESTA PULPAR A FUERZAS ORTODONTICAS.....	35
5. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	42
5.1. TIPO DE ESTUDIO.....	42

5.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.	42
5.3.	CRITERIOS DE SELECCIÓN	42
5.4.	RECOLECCION DE LA INFORMACION	44
5.5.	EXPOSICIÓN A FUERZAS INTRUSIVAS.	44
5.6.	CUANTIFICACIÓN DE LA AST.	46
5.7.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	48
5.8.	ANALISIS ESTADISTICO	48
5.9.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.	49
6.	RESULTADOS	50
7.	DISCUSION.....	54
8.	CONCLUSION.....	58
9.	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables/Tipo	48
Tabla 2. Características demográficas de la muestra estudiada.....	50
Tabla 3. Concentración de la AST en los dientes expuestos a fuerzas ortodónticas intrusivas.	51
Tabla 4. Concentración de la AST en los dientes sin exposición a fuerzas ortodónticas.	51
Tabla 5. Comparación de la concentración de las AST entre los grupos de estudio	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Movimiento de traslación	25
Figura 2. Movimiento de intrusión	27
Figura 3. Movimiento de extrusión	28
Figura 4. Dispositivo de intrusión dental.	45
Figura 5. Comportamiento de las ast entre los grupos de estudios	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Distribución de la edad en el grupo de estudio.....	70
ANEXO 2. Distribución por género de la muestra estudiada	71
ANEXO 3. Pruebas de normalidad de dientes expuesto y no expuestos a fuerzas intrusivas.....	72
ANEXO 4 Distribución de normalidad de la concentración de la ast en dientes expuestos a fuerzas ortodónticas.	73
ANEXO 5. Distribución de normalidad de la concentración de la ast transformada al logaritmo 10 en dientes expuestos a fuerzas ortodónticas.	74
ANEXO 6. Distribución de normalidad de la concentración de la ast en dientes sin exposicion afuerzas ortodónticas.....	75
ANEXO 7. Distribución de normalidad de la concentracion de la ast transformada al logaritmo 10 en dientes sin exposicion a fuerzas ortodónticas	76
ANEXO 8 consentimiento informado	77
ANEXO 9 Tabla Matriz	79

RESUMEN

Antecedentes: se describe en la literatura reacciones pulpares graves frente a movimientos dentales ocasionados por fuerzas aplicadas durante tratamientos ortodónticos. La aspartato aminotransferasa (AST) es una enzima catalogada como un indicador de necrosis celular; sin embargo, es necesario evaluar su actividad en dientes sometidos a las diferentes fuerzas ortodónticas.

Objetivo: comparar las concentraciones de aspartato aminotransferasa en tejido pulpar de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas intrusivas y dientes libre de fuerzas.

Método: se realizó un estudio cuasi-experimental de boca dividida en 34 premolares superiores procedentes de 20 sujetos que requerían extracción de los mismos para fines ortodónticos. 20 premolares fueron expuestos por 48 horas a fuerzas intrusivas (75 gr/fuerza). Los dientes contralaterales fueron usados como grupo control. Se extrajo el tejido pulpar y se midió la concentración de AST. Se tuvo en cuenta una significancia estadística de $p < 0,05$.

Resultados: al realizar las comparaciones de las concentraciones de la enzima en ambos grupos no se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,925$). El grupo control mostró una concentración promedio de $1,78 \pm 1,13$ U/mg mientras que los premolares expuestos a fuerzas intrusivas reportaron una media de $1,94 \pm 1,2$ U/mg.

Conclusión: la actividad de la AST a nivel del tejido pulpar no tiene variación estadísticamente significativa al inducir movimientos intrusivos con fuerzas aproximadas de 75 gr/f en la muestra estudiada.

Palabras clave: aspartato aminotransferasa, fuerza intrusiva, tejido pulpar, ortodoncia.

SUMMARY

Background: reports in the literature describe as orthodontic forces applied during dental movements lead to pulp reactions, alterations and discomfort in orthodontic treatment. Aspartate aminotransferase (AST) is an enzyme classified as an indicator of cell necrosis; However, it is necessary to evaluate their activity in teeth subjected to various forces applied during orthodontic treatment.

Objective: To compare aspartate aminotransferase concentrations in teeth pulp tissue subjected to intrusive orthodontic forces and forces free teeth.

Method: A quasi-experimental study of mouth divided into 34 premolars from 20 subjects requiring removal there of for orthodontic purposes was performed. 20 premolars were exposed for 48 hours to intrusive forces (75g / force). Contralateral teeth were used as control group. the pulp tissue was removed and the concentration of AST was measured. statistical significance of $p < 0.05$ was taken into account.

Results: When making comparisons of enzyme concentrations in both groups not a statistically significant difference ($P = 0.436$) was found. The control group showed an average concentration of 1.78 ± 1.13 U / mg while the premolars exposed to intrusive forces reported an average of 1.94 ± 1.2 U / mg.

Conclusion: AST activity level does not vary pulp tissue by inducing movements intrusive forces approximate 75 gr / force.

Keywords: Aspartate aminotransferase, intrusive force, pulp tissue, orthodontics.

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia como especialidad de la odontología guarda relación interdisciplinar con otras especialidades de la salud. Por su parte, sus nuevas alternativas permiten ofrecer un tratamiento más rápido y con menos inconformidades para los pacientes. Esto ha conllevado a especialistas de otras áreas a indagar sobre la seguridad biológica y todas las repercusiones que se pueden presentar a nivel pulpar al aplicar cierto tipo de fuerzas en los tratamientos ortodónticos.

Los avances en el campo de la ortodoncia están enfocados en la búsqueda de ayudas terapéuticas que permitan movimientos dentales más rápidos y menos dolorosos, con brackets de baja fricción y aleaciones de alambres que producen menores niveles de transmisión de fuerza logrando un movimiento más biológico que proteja al diente y sus tejidos de soporte.

El movimiento dental ortodóntico es un fenómeno físico en el cual las fuerzas mecánicas aplicadas sobre el diente son traducidas en eventos biológicos que ocurren en las células y la matriz extracelular que las rodea. Existen reportes que mencionan que el movimiento dental inducido por ortodoncia tiene efectos en el complejo dentino-pulpar, las alteraciones pulpares se relacionan principalmente con cambios vasculares y neuronales; así como, cambios en la capa odontoblástica, obliteración pulpar y resorción radicular hasta llegar a la necrosis del tejido.

El tratamiento ortodóntico con frecuencia ofrece resultados donde la pulpa dental no se ve afectada, aun cuando el desplazamiento del diente puede inducir alguna respuesta del tejido.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La literatura actual describe reacciones de tejido pulpar afectado por tratamientos ortodónticos que van desde una disminución del flujo vascular hasta necrosis pulpar, así como un aumento significativo de vasos sanguíneos funcionales pulpares y de los factores de crecimiento angiogénicos de pulpas afectadas.¹

Los dientes que son sometidos a fuerzas ortodónticas pueden sufrir pérdida de circulación colateral, produciendo alteraciones metabólicas con la posterior liberación de mediadores químicos y enzimas, incluyendo la aspartato aminotransferasa (AST). Esto lleva como consecuencia desde una respuesta inflamatoria leve o transitoria hasta una degeneración completa de la pulpa.² La respuesta inducida en la pulpa puede incidir sobre la iniciación y perpetuación del remodelado radicular apical o la reabsorción durante el movimiento dental ortodóntico.³

Se sugiere que las fuerzas aplicadas pueden causar pérdida de vitalidad pulpar; sin embargo, estas fuerzas no producen efectos significativos a largo plazo.⁴ De igual forma se menciona la reducción en los niveles de oxígeno, isquemia e hipoxia, dentro de las células pulpares.⁵ Aunque algunas de estas pulpitis son usualmente transitorias, no significativas a largo plazo y la pérdida de la vitalidad

¹ BALLESTEROS, Rosa; VIAFARA, Jairo y DOMINGUEZ, Ángel. Efecto del láser de baja intensidad en el tejido pulpar durante el movimiento ortodóntico. En: Rev. Estomat. Vol.; 2 No 1 (Feb, 2012); p. 30-38

² VINOD Krishnanaand and ZE'EV Davidovitch. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop Vol.; 129 No 4 (Abril, 2006); p. 469.e1-32

³ SHOICHIRO, Lino. et al. Isolated Vertical Infrabony Defects Treated by Orthodontic Tooth Extrusion. En Angle Orthodontist. Vol.; 4 No 3 (Julio, 2008); p. 728- 736

⁴ VINOD, ZE'EV, Op.cit., p. 469e

⁵ FONSECA, Gabriel y GUZMAN, Andrés. Fuerzas Ortodónticas como Agentes Vulnerantes de la Salud Pulpar. Reporte de Dos Casos. En: Int J Odontostomat. Vol.; 4 No 3 (Diciembre, 2010); p. 271-276

pulpar por esta causa es una situación poco frecuente.⁶ Así mismo dientes traumatizados previamente aumentan sus posibilidades de modificación al ser sometidos a tratamientos ortodónticos.⁷

Existe una amplia variación en la apariencia histológica de las pulpas normales. Son tantos los cambios existentes que la clasificación de “normal” no refleja el estado de la pulpa dental con precisión. Dependiendo de la presencia o ausencia de células inflamatorias, la abundancia relativa y el surgimiento de fibroblastos, fibras colágenas, mineralizaciones distróficas y dentina reparativa, la pulpa que no manifiesta signos inflamatorios puede clasificarse en “íntactas sin inflamación” o “atróficas”. Por lo regular el tejido coronal que está por debajo de la región de los túbulos dentinarios dañados está inflamado. La inflamación puede extenderse a una distancia determinada de la zona de la lesión inicial a los tejidos pulpaes profundos.⁸

Durante los movimientos ortodónticos, es común el desarrollo de injurias sobre el tejido pulpar, desde su inicio se produce alteración sobre el flujo sanguíneo. Si se tiene en cuenta que la pulpa se encuentra rodeada de estructuras rígidas y el aporte que define su supervivencia ingresa únicamente por el foramen apical, cualquier cambio en el flujo sanguíneo o presión del tejido vascular puede comprometer su integridad.⁹ Estas alteraciones, tienen impacto directo sobre el metabolismo del tejido pulpar, especialmente sobre los odontoblastos. El daño pulpar está relacionado con la magnitud y el vector de la fuerza aplicada; por esto facilita la posible reparación en el tiempo.¹⁰

⁶ SPECTOR, J. K.; ROTHENHAUS, B. & HERMAN, R. I. Pulpal necrosis following orthodontic therapy. Report of two cases. En: N. Y. State Dent. J. Vol.;40 No 1 (Enero, 1974); p. 30- 32

⁷ CAVIEDES-BUCHELI, Javier, et al .The Effect of Orthodontic Forces on Calcitonin Gene-related Peptide Expression in Human Dental Pulp. En: J Endod. Vol.;37 No 7 (Julio 2011); p. 934–937

⁸ TROWBRIDGE H. Y KIM S. Desarrollo de la pulpa, estructura y función. En: Cohen S, Burns R, editores. Vías de la pulpa. 7ma edición. Madrid. Harcourt, 1999; p. 362-400

⁹ BALLESTEROS, Rosa; VIAFARA, Jairo y DOMINGUEZ, Ángel., op. cit, p.31

¹⁰ FONSECA, Gabriel M. y GUZMAN, Andrés E., op. cit, p. 273

Por el contrario, Babacana et al (2010) mostraron en su estudio, como las alteraciones en el flujo sanguíneo pueden ser irreversibles aun tratándose de terapias como la expansión rápida palatina caracterizada por manejar un nivel elevado de fuerzas.¹¹

Los mecanismos de defensa a nivel del sistema vascular comprenden la estimulación de la vasodilatación y neoformación de vasos sanguíneos (Angiogénesis) en los tejidos de la pulpa dental. Seguido de las alteraciones en el flujo sanguíneo por la injuria pulpar inicial y la migración de células a la zona de la lesión.¹²

Los movimientos ortodóncicos generan un incremento en los factores de crecimiento angiogénicos en la pulpa, con el fin de reparar el daño inicial. Existen reportes de respuesta de calcificación pulpar a largo plazo en dientes tratados ortodóncicamente.^{13 14}

Los casos de morbilidad o mortalidad de la pulpa hacen necesario un refinamiento en los procedimientos diagnósticos de su salud, así como también establecer rigurosos y regulares controles¹⁵ dado que no es sencillo definir cuál es el nivel de fuerzas apropiados a aplicar entendiendo la gran variabilidad clínica determinada

¹¹ BABACANA H, DORUKA C, BICAKCI A. Pulpal blood flow changes due to rapid maxillary expansion. En: The Angle Orthodontist. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p. 1136-1140

¹² Ibid., p.1138

¹³ SHOICHIRO, Lino. et al.op cid p. 728- 736

¹⁴ DELIVANIS HP, SAUER GJR. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. En: Am J Orthod Dentofac Orthop.Vol.; 82 No 1 (Julio,1982); p.58-61

¹⁵ BAUSS, O.; et al. Influence of Orthodontic Extrusion on Pulpal Vitality of Traumatized Maxillary Incisors. En: J. Endod. Vol.;36 No 2 (Febrero, 2010); p.203-207

por las reacciones específicas individuales, el área de superficie radicular de la pieza involucrada o la misma pérdida de fricción dentro del tratamiento.¹⁶

La aspartato Aminotransferasa (AST) es una enzima soluble que normalmente está confinada en el citoplasma celular, pero se libera al ambiente extracelular cuando la célula llega a la apoptosis. La actividad de la AST se describe por la concentración observada a nivel tisular, según Veberiene (2010) la AST presenta una concentración de 0,21 U/mg (DE = 0,15) en la pulpa de dientes tratados ortodónticamente, a su vez este comportamiento refleja los cambios metabólicos en la pulpa dental.¹⁷

Igualmente, estudios recientes han revelado que neuropéptidos como el relacionado con el gen de la calcitonina (calcitonine gene-related peptide –CGRP-) y la sustancia P (SP) pueden verse aumentados en la pulpa dental como resultado de la aplicación de fuerzas ortodónticas, lo que se tiene en cuenta como claro indicador de inflamación.^{18,19}

Las alteraciones en la respiración de los tejidos y el aumento de la apoptosis en el tejido pulpar se supone que son los factores que afectan la actividad de la AST. Además, la aplicación de carga de ortodoncia puede inducir la reducción de los niveles de oxígeno en la pulpa. Según lo sugerido, los cambios en el flujo sanguíneo son temporales y vuelven a la normalidad en pocos días.²⁰

¹⁶ DERRINGER, K. A.; et al. Angiogenesis in Human Dental Pulp Following Orthodontic Tooth Movement. En: J. Dent. Res. Vol.;75 No 10 (Octubre, 1996); p.1761-1766

¹⁷ VEBERIENE, Rita; et al. Change in dental pulp parameters in response to different modes of orthodontic force application. En: Angle Orthodontist. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p.1018-1022.

¹⁸ YAMAGUCHI, M. & KASAI, K. Inflammation in periodontal tissues in response to mechanical forces. En: Arch Immunol Ther Exp (Warsz). Vol 53 No 5 (Sep-Oct, 2005); p. 388-98.

¹⁹ *Ibíd.*; p.390

²⁰ VINOD Krishnanaand and ZE'EV Davidovitch. op cid p. 469.e1-32

Los niveles de actividad de la AST reportados por Perinetti et al (2004), después de 7 días de tratamiento ortodóncico fueron comparables con los niveles de AST en los dientes con pulpitis reversible. Sin embargo, no había marcas de la actividad enzimática en la pulpa dental después de dos semanas de tratamiento ortodóncico.²¹

Wahab et al (2015)²² informaron que la actividad de AST en el fluido crevicular gingival era más alta en la primera semana y se reduce gradualmente durante las siguientes tres semanas. Estos resultados apoyan la hipótesis que durante el tratamiento de ortodoncia se pueden causar cambios metabólicos temporales en tejido de la pulpa que son reversibles.²³

Según Grünheid et al (2007)²⁴, observaron una serie de signos patológicos del tejido pulpar en ratas 24 y 72 horas después de la aplicación de la fuerza y notó que volvió a los valores iniciales después de ciento sesenta y ocho horas. Los autores llegaron a la conclusión que las fuerzas mecánicas controladas durante el tratamiento de ortodoncia, pueden causar cambios pulpares sólo transitorios, ya que se inicia la regeneración del tejido casi inmediatamente después de la aparición del movimiento dental.²⁵

La fuerza ejercida para no causar daño en los tejidos no debe exceder los 26 g/cm², que equivale a la presión capilar, no debe producir dolor, ni reabsorción

²¹ PERINETTI G., et al. Aspartate aminotransferase activity in pulp of orthodontically treated teeth. En: Am J Orthodontofacial Orthop. Vol 125 No 1 (Enero, 2004); p. 88-92

²² WAHAB, ROHAYA; et al. The Effects of Orthodontic Forces during Canine Retraction Using Self-ligating Brackets on Gingival Crevicular Fluid Enzyme Activity, Canine Movement and Root Resorption. En: Sains Malaysiana. Vol 44 No 2 (Febrero, 2015); p. 249–256

²³ RODRÍGUEZ R, Carolina; VANIN A. Efectos de Ortodoncia en la Pulpa Dental. En: Revista Estomatología. Vol 14 No 1 (Julio –Agosto, 2006); p. 27-29

²⁴ GRÜNHEID, T; et al. Pulpal cellular reactions to experimental tooth movement in rats. En: *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Vol. 104 No 3 (Septiembre, 2007); p. 434–441.

²⁵ VEBERIENE, Rita; et al op cid p.1018-1022.

radicular externa ni apical, debe tener una respuesta tisular máxima, no debe ocluir los vasos sanguíneos²⁶.

Se convierte en un factor importante el poder identificar la asociación existente entre la enzima Aspartato Aminotransferasa con los cambios pulpares causados por las fuerzas ortodónticas particulares. De esta manera se puede esclarecer que tan agresivo es el tratamiento de ortodoncia a nivel pulpar, generando así una ventaja para el profesional obteniendo un aumento de su conocimiento sobre el tema, que se reflejará en la prestación de un mejor servicio en el momento de instaurar un tratamiento en sus pacientes, proporcionando mayor calidad y control, no solo de la salud periodontal si no también pulpar. A partir de este planteamiento surge el siguiente interrogante:

¿Cuál es la concentración de la AST en tejido pulpar de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas intrusivas en comparación con no expuestos a fuerzas?

²⁶ QUIROS ALVAREZ, Oscar. Haciendo fácil la ortodoncia. Editorial Amolca, Venezuela, 2012. Capítulo 5.; p. 221-608.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Comparar las concentraciones de aspartato aminotransferasa en pulpa de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas intrusivas y dientes libre de fuerzas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Cuantificar la concentración de la AST en el tejido pulpar en los dientes objetos de estudio.

3. JUSTIFICACION

Existe el interrogante en varias especialidades de la odontología en especial en el área de endodoncia, acerca de la existencia de daño pulpar generado por movimientos de ortodoncia y el abuso de las fuerzas ejercidas durante el tratamiento, el movimiento de intrusión es considerado como uno de los más agresivos, por esto en el presente estudio se tomó como referente al aplicar ese tipo de fuerzas en primeros premolares indicados para exodoncia por motivos ortodónticos.

La aspartato aminotransferasa (AST) es una enzima catalogada como un indicador de muerte celular, una vez extraídas las estructuras dentales, se evaluó su concentración en el tejido nervioso con el objetivo de analizar la existencia o no de alguna reacción pulpar negativa, más específicamente pulpitis, necrosis o muerte celular.

Es importante para toda la comunidad de ortodoncistas tener en cuenta precauciones al momento de ejercer ciertos tipos de movimientos ortodónticos ya que según varios reportes existe evidencia de alteraciones pulpares como consecuencia a el exceso de fuerzas.

Este estudio se realiza con el fin de satisfacer dudas con respecto a estas agresiones pulpares y a la vez generar inquietudes para incentivar a la comunidad científica a seguir investigando sobre este tema.

4. MARCO TEORICO

4.1. ORTODONCIA, MOVIMIENTOS Y FUERZAS APLICADAS.

El movimiento dental ortodóntico es un fenómeno físico en el cual las fuerzas mecánicas aplicadas sobre el diente son traducidas en eventos biológicos que ocurren en las células y la matriz extracelular que las rodea.²⁷

En ortodoncia son utilizados aparatos fijos que están formados por ciertos elementos que se adhieren a los dientes mediante unos arcos de aleación metálica y un conjunto de ligaduras. Estos aparatos se utilizan para modificar las posiciones de los dientes y hasta para cambiar las dimensiones de los maxilares. Los aparatos fijos pueden comenzar a utilizarse a cualquier edad siempre y cuando los dientes permanentes tengan sus respectivos ápices cerrados. En ocasiones, requieren de la extracción de algún órgano dentario. Es importante tener en cuenta que el ortodoncista es el responsable del manejo de los aparatos fijos (es decir que el paciente no se los puede quitar sin la asistencia del profesional en ortodoncia).²⁸

Así mismos existen una aparatología removible que como su nombre lo indica puede ser retirada de la boca por parte del propio paciente. De esta forma, quien usa aparatos móviles se los quita para comer o para realizar la higiene oral. Estos aparatos suelen ser recomendados por el ortodoncista para solucionar problemas sencillos a un menor costo y con menos molestias para el usuario. Son más habituales en los niños que en los adultos ya que cuando un estado patológico se detecta a tiempo se puede intervenir inmediatamente para evitar complicaciones

²⁷ RODRÍGUEZ R, Carolina; VANIN A op cid p. 27-29

²⁸ SERGL HG, KLAGES U, ZENTNER A. Functional and social discomfort during orthodontic treatment-effects on compliance and prediction of patients' adaptation by personality variables. En: Eur J Orthod. Vol.; 22 No 3 (Junio, 2000); p. 307-15.

posteriores. Además, los aparatos móviles generalmente cuentan con un tornillo de expansión de forma tal que puedan adaptarse al crecimiento del paciente y a la evolución del tratamiento.²⁹

Existen diferentes tipos de movimientos ortodónticos que de acuerdo a la intensidad de la fuerza ejercida inducen respuestas en el ligamento periodontal, en el hueso y que pueden o no generar una respuesta inflamatoria en la pulpa dental y su impacto está enfocado principalmente sobre el sistema neurovascular, el cual libera neurotransmisores (neuropéptidos) que pueden influenciar tanto el metabolismo sanguíneo como el metabolismo celular con manifestaciones dolorosas.³⁰ A continuación se describen los movimientos empleados en ortodoncia.

4.1.1. Rotación.

Consiste en el giro del diente alrededor de su eje longitudinal, este movimiento es muy difícil de lograr en dientes que poseen una corona redondeada en sentido transversal, como son los caninos y premolares.³¹ Para realizar este movimiento, se requiere de una cupla que se define como dos fuerzas iguales que actúan sobre el diente pero en sentidos opuestos las cuales tienden a producir una rotación pura.³²

Si la forma de la raíz fuera perfectamente redondeada, siempre habrá la misma distancia del centro de rotación a cualquier punto de ella y en donde girará dentro de su alveolo son movimientos laterales o posteroanterior. Sin embargo, como las

²⁹ SCHOTT, Timm C. A comparison between indirect and objective wear-time assessment of removable orthodontic appliances. En: The European Journal of Orthodontics. (Marzo, 2016); p. cjw026.

³⁰ ARANZAZU G, cols. Cambios vasculares, Pulpares y Estructurales Inducidos Por Fuerzas Ortodónticas. En: Revista Odontológica U del Bosque. Vol.; 30 No 3 (Junio, 2004); p. 32-35.

³¹ FONSECA, Gabriel y GUZMAN, Andrés. Op cit p. 271-276

³² *Ibíd.*; p. 274

raíces son generalmente ovaladas, se crean dos sitios de presión y de tensión con las correspondientes resorciones y aposiciones.³³

4.1.2. Traslación.

También conocido como desplazamiento en masa o en cuerpo, consiste en el movimiento al mismo tiempo en sentido horizontal de la raíz y la corona del diente, se produce si se aplica una fuerza simple que pase por el centro de resistencia. Todos los centros de resistencia se desplazan a igual distancia y en la misma dirección³⁴ (Figura 1).

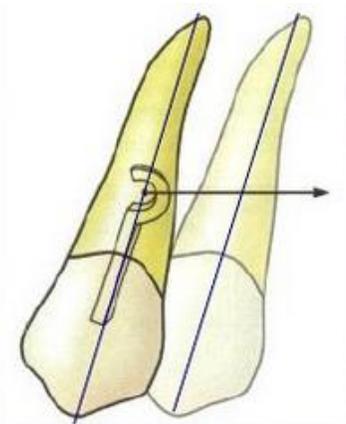


FIGURA 1. MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN: Se observa el movimiento en masa del diente, ápice y corona se desplazan a igual distancia y en la misma dirección horizontal.

Es uno de los movimientos más deseados en ortodoncia pero también el más difícil de lograr, es necesario aplicar una fuerza simple en su centro de resistencia ubicado en la raíz la cual es anatómicamente imposible, de manera que forzosamente hay que colocar el dispositivo en la corona clínica la cual es la parte

³³ SICHER, H. Changing concepts of the supporting dental structures En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Vol.; 12 No 1 (Enero, 1959); p. 31-5.

³⁴ SMITH, Richard J.; BURSTONE, Charles J. Mechanics of tooth movement. En: American journal of orthodontics. Vol.; 85 No 4 (Marzo,1984); p. 294-307.

visible del diente y en ese caso se produce una complicación, ya que la aplicación de la fuerza traerá también un movimiento de inclinación y/o de rotación que en algunos casos no es deseable.³⁵

4.1.3. Intrusión.

Es considerado un movimiento de traslación pero en sentido vertical o como el movimiento ortodóntico o traumático de los dientes hacia adentro de su alveolo. De todos los posibles vectores de fuerza que se pueden aplicar durante un tratamiento ortodóntico, el movimiento intrusivo es el que genera mayor impacto sobre la región apical del diente, debido a que éste puede generar el movimiento del ápice dental hacia la base del hueso alveolar y producir la compresión de los vasos sanguíneos que penetran por el foramen apical, llegando a ocasionar la desvitalización de los diferentes elementos celulares del tejido pulpar.³⁶ (Figura 2).

El movimiento de intrusión dental con ortodoncia está indicado en casos de mordidas profundas cuando no se puede realizar la extrusión de los dientes posteriores, también en casos de pacientes con enfermedad periodontal asociada o no a trauma oclusal que ha provocado la extrusión de los dientes y la pérdida prematura de un diente antagonista inferior que genera la extrusión del superior.³⁷

Antes de empezar el tratamiento de intrusión de un diente que se ha extruido y ha cambiado su posición por problemas periodontales, el paciente debe iniciar un seguimiento periodontal, es muy importante la colaboración del paciente como en todo tratamiento y controlar su higiene.³⁸

³⁵ BARKANA I, et al. Cementum attachment protein enriches putative cementoblastic populations on root surfaces in vitro. En: J Dent Res. Vol.; 79 No 7 (Julio, 2000; p. 1482- 1488

³⁶ VINOD op cid ; p. 450

³⁷ Ibid., p. 460e 25

³⁸ MELSEN, B., et al. New attachment through periodontal treatment and orthodontic intrusion. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 94 No 2 (Agosto, 1988); p. 104-116.

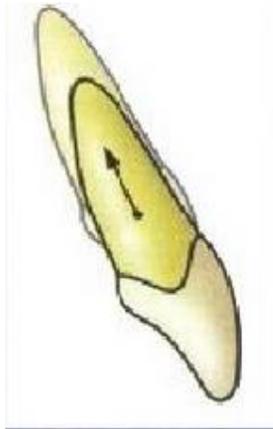


FIGURA 2. MOVIMIENTO DE INTRUSIÓN: Se observa desplazamiento hacia apical de la estructura dental

Además, siempre antes de comenzar el tratamiento de intrusión dental con ortodoncia se establece y se explica al paciente el método de retención que éste deberá llevar una vez finalizado todo el proceso, para mantener los resultados obtenidos. Deberá ser una retención fija permanente o semipermanente para que dé tiempo de nueva formación de hueso en las zonas donde hubo resorción y no se produzca recidiva.³⁹

En los pacientes adultos, el ortodoncista analiza factores tan importantes como la cantidad de fuerza en relación con el nivel de periodonto de inserción, la posición del centro de resistencia del diente que se ha de intruír, si la pérdida de hueso es vertical u horizontal y el tipo de retención que llevará el paciente. Los inconvenientes del tratamiento de intrusión dental con ortodoncia en pacientes adultos con pérdida de inserción corresponde a alteraciones a nivel de la pulpa y en el ápice del diente.⁴⁰

³⁹ DERMAUT, L. R.; DE MUNCK, A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 90 No 4, (Octubre,1986); p. 321-326

⁴⁰ ARANZAZU G,op cid. 32-35.

4.1.4. Extrusión.

Consiste en un movimiento coronal de la raíz, básicamente es considerada una “erupción dental”, produce la expansión de las fibras periodontales y gingivales arrastrando todo el periodonto obteniendo una migración coronal de la cresta alveolar y de los márgenes gingivales, es útil en momentos de destrucción coronal pero existe un remanente radicular considerable para poder ser restaurado y evitar de esta manera la extracción de este.⁴¹ (Figura 3).

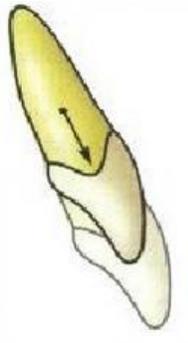


FIGURA 3. MOVIMIENTO DE EXTRUSIÓN: *Se observa desplazamiento coronal de la estructura dental.*

Durante la planificación de la extrusión, es importante valorar los objetivos de tratamiento para realizar una extrusión lenta o una extrusión rápida; la principal diferencia entre ambas es el ritmo de activación y el tipo de procedimiento quirúrgico con el que se combinan. En la extrusión lenta se utilizan fuerzas ligeras y se activan cada 30 días para permitir la migración coronal del margen gingival y de la cresta ósea de manera que tras 8 semanas de finalizar la extrusión es necesario efectuar un alargamiento de la corona. Por su parte, la extrusión rápida emplea fuerzas interrumpidas y se activan entre 7 y 14 días, tras cada activación es necesario combinarlo con una técnica de fibrotomía gingival que elimina la

⁴¹ CHAVEZ L, WALTER A. PULGDOLLERS, A. Extrusión Ortodóntica. En: Rev Operatoria Dental y Endodóntico. Vol.; 2006. Vol 5: No 47 (2006); p. 1- 3

tensión de las fibras supracrestales impidiendo al periodonto migrar con la erupción del diente. Consecuentemente, se obtiene un aumento en la exposición radicular sin variar los niveles de la cresta alveolar ni de los márgenes gingivales, evitando la cirugía ósea.⁴²

Si el objetivo de tratamiento pretende nivelar un defecto óseo se empleará la extrusión lenta, mientras que si es necesario exponer estructura dental sana en una reconstrucción se realizaría una extrusión rápida. No obstante, en el grupo antero-superior no se recomienda el uso de la fibrotomía, ya que es poco predecible para prevenir parcialmente la migración de las fibras periodontales, lo que produce asimetrías en los márgenes gingivales.⁴³

En aquellos dientes con fracturas del tercio medio radicular, reabsorciones externas o con una gran pérdida de soporte periodontal, el pronóstico es muy desfavorable y el único tratamiento posible es la extracción para la posterior restauración con un implante y en algunos de estos casos donde la estética es un factor clave se plantea la posibilidad de realizar una extracción ortodóncica con el objetivo de armonizar los contornos óseos y gingivales.⁴⁴

La extrusión dental tiene la cualidad de mejorar la arquitectura de tejidos de soporte, de manera que es posible aumentar los volúmenes del hueso alveolar previo a la colocación de implantes. Este procedimiento tiene el potencial para crear un gran volumen de hueso y tejido blando en el plano vertical, sin intervención quirúrgica⁴⁵.

⁴² *Ibíd.*, p. 1

⁴³ BACH, Normand; BAYLARD, Jean-Francois; VOYER, Rene. Orthodontic extrusion: periodontal considerations and applications. En: *Journal (Canadian Dental Association)*- Vol.; 70 No 11 (Diciembre, 2004); p. 775-780.

⁴⁴ *Ibíd.*, p. 2

⁴⁵ ZACHRISSON B. Interrelación Ortodoncia-Periodoncia. Lindhe, J, Periodontología Clínica e Implantología Odontológica. Tercera edición. Editorial Panamericana, 2000. Cap. 25; p. 747-800

Es importante realizar un correcto diagnóstico, con una radiografía periapical y un sondaje, para identificar los dientes que sean candidatos a este procedimiento, en el cual se incluirán aquellos que sean imposibles de restaurar o con gran pérdida de soporte periodontal, que en cualquier otro caso se fueran a extraer.⁴⁶

Durante el inicio de la extracción ortodóncica se observa un enrojecimiento gingival y no se observará hueso nuevo hasta las 2 o 3 semanas después que se calcifique. Mientras se lleva a cabo la extrusión se observará un tejido con un epitelio delgado no queratinizado a nivel del cuello del diente que se está extruyendo, el cual tomará una apariencia normal al cabo de 4 a 6 semanas. Durante el proceso extrusivo es necesario ir haciendo tallados oclusales para evitar trauma. Una vez que se tenga la cantidad de hueso formado es necesario estabilizar el diente extruido. Existe controversia en cuanto al tiempo necesario de estabilización, mientras algunos autores recomiendan 6 semanas de retención otros recomiendan 12 semanas.⁴⁷

4.1.5. Inclinación.

Este movimiento puede ser efectuado en los 4 sentidos mesial, distal, vestibular y palatino o lingual. Es el movimiento realizable por excelencia con aparatos removibles, es muy fácil de ejecutar ya que el punto de aplicación de la fuerza estará en la corona clínica del diente y el centro de resistencia estará subgingival, por tanto, el movimiento será primordialmente de inclinación de la corona en la dirección de la fuerza. Este concepto es básico para comprender las limitaciones que se presentan con el uso de aparatos removibles.⁴⁸

⁴⁶ CHAVEZ L, WALTER A. PULGDOLLERS, A. op cit; p. 2- 3

⁴⁷ FONSECA, op cit; p. 271-276

⁴⁸ SATO, Motonori, et al. Inclination of the occlusal plane is associated with the direction of the masticatory movement path. En: The European Journal of Orthodontics. Vol.; 29, No 1 (Febrero, 2007); p. 21-25

4.2. FUERZAS ORTODONTICAS.

Se define la fuerza como un vector en un sistema de coordenadas con magnitud, dirección y sentido, también es definida como la acción de un cuerpo sobre otro para deformarlo o moverlo.⁴⁹ El tipo de fuerza aplicada en ortodoncia y el modo de aplicación de la misma son capaces de modificar las reacciones histológicas de los pacientes, generando efectos deseables o no deseables durante el tratamiento.⁵⁰

Existen diferentes tipos de fuerzas aplicadas durante el tratamiento de ortodoncia, aunque también existen fuerzas funcionales que provienen de la musculatura bucal del paciente, son fuerzas de difícil control, irregulares y poco predecibles, pueden producir movimientos lentos y actúan sobre la erupción dental, son utilizadas en aparatologías funcionales que buscan un apoyo de la musculatura perioral para generar un movimiento dental específico.⁵¹

4.2.1. Tipos de fuerzas.

La fuerza continua es un tipo de fuerza extremadamente ligera y activa durante un largo período de tiempo. Es constante y no decrece ni aumenta. La fuerza continúa ininterrumpida es la más utilizada en ortodoncia sobre todo ejercida a través de alambres, aparatología fija y brackets dentales. Cuando se aplica, los movimientos dentales se producen en intervalos de 3 o 4 semanas.⁵²

La fuerza interrumpida es un tipo de fuerza intensa que se desarrolla en un corto espacio de tiempo. Es especialmente importante tras la activación del aparato.

⁴⁹ SHOICHIRO, Lino. et al. op cid ;p. 728- 736

⁵⁰ TERESPOLSKY M, BRIN I, STEIGMAN S. The effect of functional occlusal forces on orthodontic tooth movement and tissue recovery in rats. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.; 121 No 6 (Junio, 2002); p. 620-8

⁵¹ Ibid., p. 272

⁵² BALLARD DJ, et al. Psiquical properties de root cementun part 11 continuos vs intermitent controllet orthodontic forcé on root resorption. En: Am J Orthod Dentofac Orthop. Vol.; 136 No 1 (Julio, 2009) 8.e1-8

Decrece de forma rápida de 2 a 3 semanas. La fuerza continua interrumpida va decreciendo progresivamente con el tiempo.⁵³

Por su parte la fuerza intermitente permite intercalar las fases de reposo dental y las fases de trabajo. En la fase de trabajo se consigue el movimiento dental en ortodoncia y en la fase de reposo el diente vuelve a su posición inicial, al cabo de cierto tiempo en el lado de tensión se originan pequeñas cantidades de tejido osteoide irreabsorbible que se opondrá a la recidiva. La fuerza intermitente se utiliza en aparatos auxiliares como por ejemplo el arco extraoral que actúa por la noche (ya que de día el paciente se lo retira y la fuerza es igual a 0).⁵⁴

4.3. ASPARTATO AMINOTRASFERASA.

Aspartato aminotransferasa o AST, fue conocida como *transaminasa glutámico-oxalacética* (GOT), es una enzima aminotransferasa que se encuentra en varios tejidos del organismo, especialmente en el corazón, el hígado, estructura muscular y en menores cantidades en otros tejidos, en caso que alguno de estos órganos o tejidos se vea afectado es liberada al torrente sanguíneo, su presencia en sangre está directamente relacionada con la extensión del daño en el tejido. Los niveles de transaminasas en sangre se utilizan como indicador para detectar posibles patologías en las funciones del hígado^{55,56} En los humanos es codificada por el gen *GOT1* y presenta dos isoformas GOT1 y GOT2 que se encuentra localizada en el cromosoma 10 (10q24.1-q25.1)

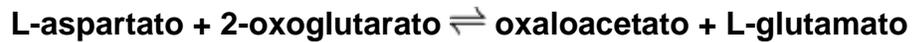
⁵³ LIU, L; et al. Effects of local administration of clodronate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. En: Eur J Orthod. Vol.; 26 No 5 (Octubre, 2006); 469-473.

⁵⁴ RAMAZANZADEH BA, et al. Histological changes in human dental pulp following application of intrusive and extrusive orthodontic forces. En: J Oral Sci. Vol.; 51 No 1 (Marzo, 2009); p.109-15.

⁵⁵ *Ibid.*, p 271

⁵⁶ MASARU Yamaguchi and KAZUKATA Kasai. The effects Of Orthodontics Mechanics On The Dental Pulp. En: Seminars Orthodontics. Vol.; 13 No 4 (Diciembre, 2007); p. 272-280.

Esta enzima cataliza la reacción de transferencia de un grupo amino desde el L-aspartato al 2-oxoglutarato formándose L-glutamato y oxaloacetato, utiliza el piridoxal 5'-fosfato como cofactor.



También puede actuar sobre la L-tirosina, L-fenilalanina y L-triptófano. Esta actividad puede ser formada desde la enzima aminoácido aromático transaminasa mediante proteólisis controlada.⁵⁷

La AST está presente en el plasma en concentraciones inferiores a 30-40 UI/L.⁵⁸ Sin embargo, si existe alguna alteración en el hígado la permeabilidad de la membrana celular aumenta y estas enzimas son liberadas a la sangre en grandes cantidades, hecho que no siempre requiere la necrosis de los hepatocitos. De hecho, hay escasa correlación entre el daño celular hepático y el grado de elevación de las transaminasas. Prácticamente cualquier enfermedad hepática que comporte un daño necroinflamatorio puede ser la causa.⁵⁹

Las enfermedades hepáticas como hepatitis viral, cirrosis, el hígado graso, el consumo excesivo de alcohol, quistes o tumores en el hígado u obstrucción graves; pueden provocar un aumento notable de la transaminasa en sangre.⁶⁰ La elevación de transaminasas es un proceso muy inespecífico que puede ocurrir en casi todas las enfermedades hepáticas y en numerosas extrahepáticas.⁶¹

⁵⁷ SANO Y, et al. The effect of continuous intrusive force on human pulpal blood flow. En: Eur J Orthod. Vol.; 24 No 4 (Abril, 2002); 159-66.

⁵⁸ NANN A. Wickwire, et al. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. En: Angle Orthod. Vol.; 44 No 3 (Julio, 1974); p. 235-242

⁵⁹ RODRÍGUEZ R, op cid p. 27-29

⁶⁰ PERINETTI G., et al. op cid); p. 88-92

⁶¹ NAKANISHI, Yukihiko; SAXENA, Romil. Pathophysiology and Diseases of the Proximal Pathways of the Biliary System. En: Archives of Pathology and Laboratory Medicine. Vol.; 139 No 7 (Julio, 2015); p.858-866

Las enfermedades hepáticas provocan un aumento notable de la transaminasa glutámico-pirúvico (ALT) en el plasma sanguíneo, debido a su única localización en el hígado. Otras enfermedades no hepáticas, como pueden ser aquellas relacionadas con procesos musculares (distrofias, polimiositis o traumatismos o un infarto agudo de miocardio) pueden ser la causa de un incremento más marcado de la transaminasa glutámico-oxalacético (AST), debido a su presencia tanto en el hígado como en otros órganos.⁶²

Así pues, en la mayoría de las enfermedades hepáticas, la actividad de la ALT es mayor que la de la AST. La hepatitis alcohólica es una excepción a esta regla ya que el alcohol incrementa la actividad de la AST en el plasma, al contrario que otras formas de hepatitis; la mayoría de formas de daño hepático hacen disminuir la actividad hepatocitaria de ambas formas de la AST mientras que el alcohol solo reduce la actividad citosólica. En las personas con problemas de alcoholismo es común la deficiencia en piridoxina, que reduce la actividad de la ALT e induce la liberación de la AST mitocondrial a partir de células sin daño celular visible.⁶³

La AST fue definida como marcador bioquímico para el diagnóstico de infarto agudo al miocardio en 1954. Sin embargo, el uso de AST como marcador ha quedado obsoleto debido a la mayor sensibilidad y precocidad de la elevación de las troponinas cardíacas. La AST forma parte del perfil hepático que se realiza en la clínica con el fin de evaluar la función del hígado.⁶⁴

4.3.1. Valores normales de la aspartato en sangre.

⁶² NANN A op cit p. 235-242

⁶³ Ibid., p. 237

⁶⁴ ANGULO, Nerki, et al. Pruebas de función hepática en escolares obesos. En: *Investigación Clínica*. Vol.; 56 No 1 (Marzo, 2015); p. 14 -24

GÉNERO	RANGO DE REFERENCIA
Mujer	6 - 34 IU/L
Hombre	8 - 40 IU/L

Después de un daño grave, los niveles de AST se elevan al cabo de 6 a 10 horas y permanecen así por unos 4 días.⁶⁵

4.4. RESPUESTA PULPAR A FUERZAS ORTODONTICAS.

El movimiento dental durante el tratamiento ortodóncico puede generar una respuesta inflamatoria o degenerativa en el tejido pulpar. Cuando este tejido es expuesto a carga mecánica con diferente magnitud, frecuencia y duración expresa cambios macroscópicos y microscópicos por inducción de alteraciones circulatorias y vasculares.^{66,67} Sin embargo, en la mayoría de los casos el tejido pulpar tiende a recuperarse manteniendo su estructura y función. Por ello se ha sugerido que la injuria producida a la pulpa por las fuerzas ortodóncicas es permanente y el tejido pulpar eventualmente podría perder su vitalidad a pesar de pocos estudios que niegan esta correlación.⁶⁸

La respuesta del tejido pulpar a una fuerza ortodóncica fué evaluada en recientes años. La repercusión clínica de este tipo de estudios se basó en evidencia que la alteración en el tejido pulpar puede tener un efecto perjudicial sobre la vitalidad en la pulpa a largo plazo.⁶⁹ Se ha reportado que las lesiones producidas por la fuerza

⁶⁵ HYEON, Chang Kim, et al. Normal serum aminotransferase concentration and risk of mortality from liver diseases: prospective cohort study. En: *Bmj*. Vol.; 328 No 7446 (Abril, 2004); p. 983.

⁶⁶ MASARU Yamaguchi and KAZUKATA Kasai. Op cid ;p. 272-280.

⁶⁷ ANGELO Leonel, et al. Expression in Human Dental Pulp Subjected to Orthodontic Traction. En: *Angle Orthod.*; Vol.; 79 No 6 (Noviembre, 2009); p.1119 -1125

⁶⁸ VILLA PA, et al. Pulp-dentine complex changes and root resorption during intrusive orthodontic tooth movement in patients prescribed nabumetone. En: *J Endod*. Vol.; 31 No 1. (Enero, 2005); p. 61-6.

⁶⁹ *Ibíd.*, p.272

ortodóncico pueden ser permanentes; otros autores han reportado que fuerza ortodóncica probablemente no tiene efecto significativo en la pulpa dental durante el estrés ortodóncico.⁷⁰

En el tejido pulpar se presenta una respuesta inflamatoria que genera cambios celulares a nivel odontoblástico en el ámbito de los odontoblastos; cambios vasculares, apreciables principalmente por flujometría con láser Doppler que permite medir el flujo pulpar en dientes humanos sometidos a fuerza y cambios neurales, en donde se observa la liberación de neuropéptidos responsables del dolor manifestado por los pacientes después de una activación ortodóncica.^{71 72 73}

Estudios en animales y en humanos muestran que al aplicar una fuerza ortodóncica se puede producir una respuesta inflamatoria pulpar de carácter leve o transitoria al inicio de la activación o presentarse casos de pérdida de vitalidad pulpar, especialmente cuando se realizan movimientos bruscos del ápice radicular o salida de los ápices del proceso alveolar por marcada retroinclinación o proinclinación, lo cual ocasiona una interrupción de los vasos sanguíneos en la entrada apical.⁷⁴

Los movimientos ortodóncicos experimentales en ratas, inducen cambios dinámicos en las fibras nerviosas y la densidad de los vasos sanguíneos, relacionados con los cambios observados en ligamento periodontal y hueso. Por otro lado, estudios en humanos, muestran signos de degeneración pulpar por

⁷⁰ PUIGDOLLERS Andrew; DE LA IGLESIA Fernando. Movimiento Dental, Efectos De la Fuerza y Reacción Pulpar. En: Rev Esp Ortod. Vol.; 7 No 4 (Abril, 2004); 249-254.

⁷¹ ANGELO L, Op cit., p. 273

⁷² LEAVITT Albus, et al. A Longitudinal Evaluation Of Pulpal Pain During Orthodontics Tooth Movement Orthodontics And Craniofacial Research. En: Orthod Craniofac Res. 2002 Feb;5(1):29-37.

⁷³ FONSECA op cit p. 271-276

⁷⁴ PERINETTI G., et al. Op cid ;p. 88-92

pérdida de circulación colateral, ocasionando un daño irreversible en el tejido, por lo cual se sugiere emplear fuerzas ligeras e intermitentes para disminuir el daño tisular y facilitar la posible reparación en el tiempo.⁷⁵ Los movimientos ortodóncicos generan un incremento en los factores de crecimiento angiogénicos en la pulpa, con el fin de reparar el daño inicial. Mientras que otros estudios, reportan respuesta de calcificación pulpar a largo plazo en dientes tratados ortodóncicamente.⁷⁶

Los cambios angiogénicos específicos en la pulpa dental humana están asociados con el movimiento ortodóncico. La angiogénesis es la formación de nuevas estructuras capilares por un proceso de neovascularización. Las etapas o estadíos de la angiogénesis involucran ruptura de la membrana vascular, mitosis de células endoteliales y migración para formar nuevos capilares, plegamientos celulares para formar el lumen del vaso.^{77, 78}

Los movimientos ortodóncicos generan un aumento en los factores de crecimiento angiogénicos en la pulpa, apareciendo como resultados sustancias como las citoquinas y factores de crecimiento que son producidos por macrófagos y células inflamatorias.^{79,80} El factor de crecimiento angiogénico induce angiogénesis en aorta de ratas, cuando se cultivan con pulpa de dientes movidos con una fuerza extrusiva. Observaciones histológicas en cortes de premolares humanos mostraron que al realizar una fuerza extrusiva se presenta respuesta inflamatoria pulpar leve solo al inicio del movimiento y el fenómeno de aspiración odontoblástica es mínimo.⁸¹ Otros estudios histológicos reportan la presencia de

⁷⁵ RODRÍGUEZ R, Carolina; VANIN A. op cit); p. 27-29

⁷⁶ BALLESTEROS, Rosa; VIAFARA, Jairo y DOMINGUEZ, Ángel. op cit p. 30-38

⁷⁷ *Ibíd.*, p. 32

⁷⁸ LAURENS T, KAMIJAK R. Activation Of Human Dental Pulp Progenitor/Stem in Response To Odontoblast Injury. Arch Oral Biol, 2005. 50(2):103-108.

⁷⁹ BALLESTEROS, Rosa; VIAFARA, Jairo y DOMINGUEZ, Ángel. op. cit.; p. 30-38

⁸⁰ ROMER P, REICHENEDER C, WOLF M. Cellular Response To Orthodontically Induced Short-Term Hypoxia In Dental Pulp Cells. En: American Journal orthodontics. Vol.; 355 No 1 (Enero, 2014); p. 173- 180.

⁸¹ BALLESTEROS, R; VIAFARA, J; DOMINGUEZ, A. op cit., p. 34

células apoptóticas en el área pulpar y periapical de premolares humanos sometidos a fuerza por dos semanas a partir del tercer día de aplicación. Igualmente se detectaron niveles aumentados de la enzima Aspartato Aminotransferasa, indicadora de necrosis, pero se requieren más datos para evaluar el rol de la enzima en la pulpa dental en fases tempranas del tratamiento ortodóncico.⁸²

En el complejo dentinopulpar se encontraron cambios inflamatorios, reabsorción radicular y dolor dental, después de la aplicación de una fuerza intrusiva de cuatro onzas en pacientes que reciben una dosis efectiva de nabumetona.^{83 84} Histológicamente la capa odontoblástica de los dientes intruidos se observa alterada en el tercio coronal y normal en el apical.⁸⁵ Se evidencia angiogénesis central y periférica que disminuye en el grupo de pacientes a quienes se les suministra 500mg/día de nabumetona por siete días y la diferencia en la velocidad de movimiento dental entre los que se les administra prescripción y a los que no, no es estadísticamente significativa.⁸⁶

Otros estudios concluyen que los dientes con ápices abiertos tienen mayor probabilidad de recuperar la respiración pulpar normal por su mayor vascularización.⁸⁷ En reportes donde emplean igualmente fuerza extrusiva observan desde la primera semana cambios circulatorios con congestión y

⁸² RANA M, et al. Detection of apoptosis during orthodontic tooth movement in rats. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.; 119 No 5 (Mayo, 2011); p. 516-21

⁸³ VEBERIENE, Rita; et al. Change in dental pulp parameters in response to different modes of orthodontic force application. En: Angle Orthodontist. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p.1018-1022.

⁸⁴ CHAE S, et al. The effect Of Pro Inflammatory Cytokines and Orthodontics Tooth Movement. Molleculas and Cell. En: Mol Cells. Vol.; 32 No 2 (Agosto, 2011); p. 189–196.

⁸⁵ VASKA, V. Neural Modulation Of Orthodontics Tooth Movement. En: American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 121 (1999); p. 231- 247

⁸⁶ ARANZAZU G, cols. Op cid p. 32-35.

⁸⁷ UNTERSEHER RE, et al. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. En: Am J Orthod Dentofac Orthop. Vol.; 92 No 3 (Septiembre, 1987); p. 220-4

dilatación de vasos, degeneración odontoblástica, vacuolización y edema y eventuales cambios fibróticos.⁸⁸

El uso del láser Doppler permite medir cambios en el fluido pulpar de dientes humanos sometidos a fuerzas. Estudios con fuerzas intrusivas de cuatro minutos de duración no reportan cambios significativos en el fluido sanguíneo pulpar durante o después de aplicada la fuerza. Igualmente se ha medido el flujo pulpar en incisivos sometidos a fuerza ortodóncica intrusiva por seis días y se encuentra que durante la colocación del arco de intrusión el flujo disminuye, pero una vez removido retorna a su valor basal, indicando que los cambios podrían ser únicamente transitorios.⁸⁹

La sustancia P es un polipéptido que se encuentra en concentraciones elevadas en las terminaciones nerviosas aferentes y es el mediador en la primera sinapsis de la vía del dolor lento, está involucrada directamente en los cambios vasculares que ocurren durante el proceso inflamatorio y que se libera por excitación de fibras amielínicas tipo C.⁹⁰

Cuando se produce la liberación de sustancia P, interactúa con diferentes poblaciones de células inflamatorias, como los mastocitos produciendo liberación de histamina la cual causa una elevación en la presión sanguínea del tejido y un aumento de la permeabilidad vascular y potencial el efecto de las células inflamatorias. La capsaicina local o parenteral disminuye la sustancia P en las terminaciones nerviosas de las fibras tipo C, debido a que la membrana celular de

⁸⁸ BONDEMARK, Lars, et al. Attractive magnets for orthodontic extrusion of crown-root fractured teeth. En: American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. Vol.; 112 No 2 (Agosto, 1997); p. 187-193.

⁸⁹ BARWICK, Peter J.; RAMSAY, Douglas S. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 110, No 3 (Abril, 1996); p. 273-279.

⁹⁰ CAVIEDES J. Control de la sustancia P en la inflamación neurogénica del tejido pulpar con capsaicina. En: Rev FOC. 2002. Disponible en [http:// www.encolombia.com/FOC-C1.htm](http://www.encolombia.com/FOC-C1.htm)

las neuronas ubicadas en estas terminaciones nerviosas, tienen receptores específicos para la capsaicina.⁹¹

Es importante saber que acorde con la magnitud de la fuerza aplicada sobre el diente, será la respuesta del tejido pulpar, siendo estas reacciones pulpares representadas desde una pulpitis reversible hasta una necrosis pulpar.^{92 93}

Algunos investigadores demostraron que los cambios pulpares principales, seguidos de la aplicación de fuerzas intrusivas, incluyen: vacuolización del tejido pulpar, disturbios circulatorios, congestión de vasos sanguíneos, hemorragias, fibrosis y hialinización.⁹⁴ El estudio realizado por Stenvik y Mjör,⁹⁵ en el cual la aplicación de fuerzas intrusivas se encontraba en un rango de 35 a 250 g por 4 a 35 días, demostró que a nivel histológico se produce una separación de los odontoblastos de las paredes dentinales, siendo esto mucho más severo en dientes con ápice completamente formado; esto sugiere que en estos dientes se desarrolla una gran alteración a nivel circulatorio por este tipo de movimiento al momento de exceder el límite de compresión a nivel del ligamento periodontal.⁹⁶

Los principales cambios pulpares hallados en dicho estudio fueron la vacuolización del tejido pulpar y disturbios en la circulación pulpar lo cual coincide con los hallazgos de otros autores como Guevara reportaron que la integridad normal del sistema microvascular pulpar puede ser vulnerable.⁹⁷

⁹¹ *Ibid.*; p.1

⁹² MODERASI J, et al. The Effect Of Orthodontic Forces On Tooth Response To Electric Pulp Test. En: Iranian Endodontic Journal. Vol.; 74 No 3 (Agosto, 2006); p. 1120-1124.

⁹³ DOMINGUEZ L, BALLESTEROS L, VIAFARA J. Effect Of Low Level Laser Therapy On Dental During orthodontic Movement. En: J Dent. Vol.; 10 No 3 (Mayo, 2013); 264–272.

⁹⁴ VEBERINE R, SHAMAUSA D, TOKIOMETO D. op cid; p. 1114-8.

⁹⁵ STENVIK, A; MJÖR IA. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. En: Am J Orthod. Vol.; 57 No 4 (Abril, 1970); p. 370-85.

⁹⁶ VEBERINE R, SHAMAUSA D, TOKIOMETO D. op cit.; p. 1116.

⁹⁷ RAMAZANZADE R. op cid); p. 109-115

Cuando se realizan movimientos ortodóncicos extrusivos, los cambios que pueden observarse van desde la degeneración de la capa odontoblástica por alteraciones a nivel circulatorio, vacuolización del tejido pulpar, edema con congestión de los vasos pulpares y necrosis pulpar. Sobre premolares superiores produce una marcada vacuolización del tejido pulpar, edema con congestión de los vasos pulpares y una severa degeneración odontoblástica, que se hace mucho más obvia con el paso del tiempo, hasta finalmente observar cambios fibróticos en el tejido pulpar alrededor de las cuatro semanas de aplicación de dichas fuerzas.⁹⁸

Duración de los efectos. La duración de estos cambios patológicos es controversial, Oppenheim, Butcher y Taylor, obtuvieron resultados contradictorios variando desde una degeneración reversible a una degeneración irreversible y, finalmente, una necrosis del tejido pulpar después del tratamiento ortodóncico. Inicialmente aparecen cambios fibróticos cuatro semanas después de la activación de la aparatología ortodóncica. Stenvik y Mjör mostraron signos de cicatrización en un estudio a largo plazo con fuerzas intrusivas⁹⁹. Se conoce que las propiedades reparativas de la pulpa son extensas; sin embargo, el límite de tolerancia varía de una persona a otra. Entonces, se recomiendan estudios adicionales para dar conclusiones más definitivas.

⁹⁸ SUBAY R, et al. Response of Human Pulpal Tissue to Orthodontic Extrusive Applications. En: J Endod. Vol.; 27 No 8 (Agosto, 2001); p. 508-11.

⁹⁹ STENVIK, A; MJÖR IA. Op cid p. 370-85.

5. METODOLOGÍA PROPUESTA

5.1. TIPO DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó mediante un diseño cuasi-experimental de boca dividida.

5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población objeto de estudio estuvo constituida por individuos que requerían tratamiento de ortodoncia y en dicho tratamiento era necesario realizar extracción de primeros premolares superiores. Debido a que la intervención consistió en la intrusión dental, se tomó como unidad muestral los premolares indicados a exodoncia. El tamaño de la muestra se estimó según tendencia histórica a partir de los reportes de Wahab et al (2015)¹⁰⁰ los cuales emplearon muestras de 12 y 17 dientes, respectivamente. Para el estudio se propuso un tamaño muestral de 40 dientes premolares. El presente estudio contempló un diseño de boca dividida, en el cual 20 premolares superiores de la hemiarcada derecha fueron expuestos a fuerza ortodónticas intrusivas mientras que los premolares de la hemiarcada izquierda del mismo sujeto de estudio fueron empleados como control.

Para la selección de los participantes se tuvieron en cuenta los criterios de selección.

5.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN

¹⁰⁰ WAHAB, ROHAYA; op cit. p. 250

El ingreso de los participantes en el estudio contempló los siguientes criterios de inclusión:

- Individuos que iniciaban tratamiento de ortodoncia con aparatología fija.
- Extracción de primeros premolares superiores en ambas hemiarquadas según recomendación del especialista tratante.
- Individuos con edades comprendidas entre 14 y 30 años.
- Individuos de ambos sexos.
- Participación voluntaria en el estudio por parte del individuo.

Se excluyeron aquellos individuos que presentaron algunos de los siguientes criterios:

- Diagnóstico de enfermedad sistémica de carácter inflamatorio o degenerativo como la diabetes, lupus eritematoso sistémico, cirrosis hepática, nefritis, diabetes, antecedentes de hepatitis, entre otras.
- Tratamiento farmacológico instaurado con medicamentos anti-inflamatorios al menos un mes antes de la inclusión al estudio.
- Nivel de inserción clínica superior a 3 mm posterior al sondaje periodontal en alguna de las superficies dentales tanto del diente en cuestión como los dientes adyacentes.
- Periodontalmente sano.
- Presencia de restauraciones fijas tipo corona individual o prótesis fija que comprometa los dientes estudiados.
- Presencia de caries incipiente o cavitacional en los premolares de estudio.
- Presencia de lesión apical o ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal al examen radiográfico mediante radiografía panorámica del diente de estudio.

5.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los participantes del estudio se incluyeron siguiendo los criterios de selección antes descritos. Luego los premolares superiores derechos fueron expuestos a la fuerza intrusiva mientras el premolar contralateral fue empleado como control. 48 horas después de la estimulación ortodóntica se extrajeron los dientes por un mismo operador y a partir de estos se extrajo el tejido pulpar para la posterior cuantificación de la AST.

5.5. EXPOSICIÓN A FUERZAS INTRUSIVAS.

Una vez seleccionado los participantes, se tomaron impresiones en alginato Cavex CA37 Fast Set / Dufree (Cavex; holanda), teniendo en cuenta las indicaciones del fabricante para su preparación. Posteriormente se obtuvieron modelos de trabajo en yeso tipo 3 . A partir de esto se construyó un aditamento en forma de gancho en alambre de acero N° 18 soldado a la banda del primer molar superior derecho el cual hace parte de un botón de nance con una barra transpalatina que en el maxilar superior funciona como anclaje para el tratamiento de ortodoncia completo. A la cara vestibular del diente expuesto a la fuerza se cementó un botón de adhesión directa con resina transbond (3m espe) del cual se sostuvo una cadeneta elastómera de segunda generación (Memory chain; American orthodontics. EEUU) extendida hasta el gancho soldado (Figura 4).

A.



B.



C.



FIGURA 4. DISPOSITIVO DE INTRUSIÓN DENTAL. **A.** Se observa gancho soldado a banda del primer molar superior derecho. **B.** Cadeneta extendida de botón a gancho para ejercer fuerza **C.** Barra transpalatina combinada con botón de nance utilizada como anclaje en tratamiento de ortodoncia con extracciones

La cadeneta se extendió del gancho al botón como se mencionó anteriormente; un solo eslabón fue utilizado, el cual se estiró aproximadamente 6 mm equivalente a 75 gr/F (gramos/fuerza) según medición con dinamómetro o medidor de tensión (Correx Gram Force Gauge) de la empresa Haag-Streit de Berna, Suiza .

5.6. CUANTIFICACIÓN DE LA AST.

Después de 48 horas ejerciendo los movimientos ortodónticos de intrusión, se realizó la extracción de los dientes expuestos y no expuestos por un mismo operador. Posteriormente se extrajo el tejido pulpar. Para esto fue necesario crear un tallado longitudinal a nivel de la superficie vestibular y lingual mediante una fresa de diamante y abundante irrigación. Seguidamente y con un poco de palanca se separaron en dos partes cada diente. Las muestras de tejido pulpar se lavaron dos veces con solución salina estéril y heparina en una proporción 50:50 con la finalidad de eliminar rastros de sangre que podían mostrar actividad de la aspartato. Luego las muestras se secaron con papel filtro y se almacenaron en tubos de eppendorf de 1.5 mL a -80 ° C hasta su posterior análisis.

Antes del análisis bioquímico, las muestras fueron pesadas y homogenizadas en 1 ml de buffer de fosfato de potasio 10 mmol/L (pH 7,0) y Colato de sodio 0,1%. Este homogenizado se centrifugó a 100000g durante 60 minutos a 4 °C, el sobrenadante, se diluyó en 2 ml de buffer de fosfato. Para el análisis enzimático se utilizó el espectrofotómetro BTS-350, BioSystems, con una longitud de trayectoria de 1 cm y una temperatura constante de 37°C. Para el ensayo de determinación

de la concentración de AST, se tomaron 400 uL de la solución previamente preparada.

La muestra se incubó durante 15 minutos en un sustrato que contenía 362 mmol/L de L-aspartato, 75 mmol/L de 2-oxoglutarato, 1,9 mmol/L de nicotinamida adenina dinucleótido (NADH), > 460 U/L de malato deshidrogenasa, >460 de lactato deshidrogenasa, 121 mmol/L de tris, 9.5 g/L de sodio azida, 148 mmol/L de hidróxido sódico y 255 mmol/L de hidróxido sódico (pH 7,8), en un volumen total de 5,0 ml.

En presencia de AST, la L-aspartato y 2-oxoglutarato intercambian un grupo amino para producir oxalacetato y L-glutamato. La velocidad de esta reacción se monitorea mediante una reacción indicadora en la que el oxalacetato que se forma se reduce a L-malato por un exceso de malato deshidrogenasa, con la oxidación simultánea de NADH. El NADH consumido se percibió como un cambio en la absorbancia a 340 nm. Un valor de 6,22 es considerado como capacidad de absorción milimolar de NADH en unidades de actividad enzimática (U) (1 U= 1µmol de NAD⁺ liberado por minuto a 37 ° C), expresando los resultados como actividad de la AST/mg de tejido de la pulpa (U/mg). Por otra parte, para cada análisis, se utilizó un control de fondo, que consistió en el reactivo y el buffer sin la muestra, cuyo valor de la variación de absorbancia por minutos se resta del resultado experimental.

5.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Variables/Tipo

Variables	Definición	Tipo de variable	Escala	Unidad de Medición
Concentración de la AST	Concentración de la molécula de estudio (AST)	Cuantitativa	Razón	U/mg
Grupo de estudio	Grupo de dientes expuestos o no a la fuerza ortodóntica intrusiva.	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Expuestos• Controles
Edad	Años cumplidos desde el nacimiento	Cuantitativa discreta	Razón	Años
Sexo	Condición Fenotípica según el órgano reproductor	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Masculino• Femenino

5.8. ANALISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron tabulados en una hoja de cálculo en el software Excel (Microsoft Office 2013. EEUU). Posteriormente todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS versión 20 (SPSS Inc, IBM. EEUU). Cabe aclarar que aunque el tamaño de la muestra propuesto consistía de 40 dientes (20 expuestos y 20 controles) de 20 individuos, el análisis estadístico se realizó con 20 dientes expuestos y 14 dientes controles debido a que 6 muestras del grupo control se perdieron durante el procesamiento.

El análisis descriptivo permitió reportar las frecuencias absolutas y porcentuales de la variable “Genero”, mientras que las variables cuantitativas se reportaron mediante parámetros de tendencia central y dispersión como son la media y la desviación estándar. Los datos correspondientes a la concentración de la AST se les aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la cual determinó que esta variable no mostró una distribución normal; por tal motivo los datos fueron analizados como una variable no paramétrica. Por lo tanto, los datos se transformaron a logaritmo con base 10 para tratar de normalizarlos. Para el contraste de las concentraciones pulpares de AST entre los grupos de estudio se empleó la prueba de rangos con signos de wilcoxon para muestras relacionadas y t de student para datos pareados según la distribución de normalidad observada. El contraste de la AST entre los grupos de estudio también se representó mediante grafico de cajas y bigotes usando los datos transformados a logaritmo con base 10. Para estos análisis se tuvo en cuenta una significancia estadística de $p < 0.05$ a dos colas.

5.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

La presente investigación es considerada de riesgo mayor que el mínimo según lo descrito por la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia debido a que se puso en riesgo el microambiente oral por el procedimiento quirúrgico afectando la integridad de los pacientes. Todos los participantes se les explicó los procedimientos a realizar y posibles riesgos; aceptando su participación mediante consentimiento informado por escrito, en aquellos casos entre 14 y 17 años se les explicó a los padres dicho procedimiento, estos dieron su aprobación mediante consentimiento informado al igual que los menores de edad asintieron voluntariamente su ingreso al estudio. Este proyecto cuenta con aval del comité de ética de la Universidad de Cartagena.

6. RESULTADOS

Con este trabajo se evaluaron las concentraciones pulpares de la enzima aspartato aminotransferasa en dientes sometidos a una fuerza intrusiva así como dientes no expuestos a este tipo de fuerzas. Para esto se analizaron 34 dientes procedentes de 20 individuos entre los 14 y 21 años de edad, de los cuales el 70 % de los casos correspondían a mujeres y 30 % a sujetos de género masculino (Tabla 2).

Tabla 2. Características demográficas de la muestra estudiada.

	n=20	%	
Genero			
Masculino	6	30	
Femenino	14	70	
Edad	Min	Media ± DE	Max
	14	17,35 ± 2.0	21

DE: Desviación estándar.

Concentración de la AST en dientes sometidos a fuerzas intrusivas.

Se evaluó la concentración de la aspartato aminotransferasa en pulpa de 20 premolares superiores indicados para exodoncias por motivos ortodónticos, la concentración mínima encontrada fue de 0,750 U/mg mientras que la concentración máxima fue de 5,4 U/mg con un promedio de $1,94 \pm 1,21$ U/mg,

estos datos fueron transformados a logaritmos con base 10 para normalizar la distribución de los mismos (Tabla 3)

Tabla 3. Concentración de la AST en los dientes expuestos a fuerzas ortodónticas intrusivas.

	Min	Media	DE	Max
AST [U/mg] (n=20)	0,750	1,942	1,215	5,400
AST [Log10] (n=20)	-0,125	0,226	0,225	0,732

AST: Aspartato Aminotransferasa

Concentración de la AST en dientes sin exposición a fuerzas ortodónticas

Por otra parte se midieron las concentraciones de la AST en 14 premolares superiores contralaterales a los dientes expuestos a fuerzas intrusivas. La concentración mínima de la muestra analizada fue de 0,86 U/mg siendo la concentración máxima de 4,53 y un promedio de $1,78 \pm 1,13$ U/mg. Estos datos también fueron transformados a logaritmo con base 10 para normalizar la distribución de los mismos (Tabla 4).

Tabla 4. Concentración de la AST en los dientes sin exposición a fuerzas ortodónticas.

	Min	Media	DE	Max
AST [U/mg] (n=14)	0,860	1,787	1,133	4,530
AST [Log10] (n=14)	-0,066	0,185	0,240	0,656

AST: Aspartato Aminotransferasa

Comparación de la concentración de la AST entre los grupos de estudio.

La arcada superior de los participantes fue dividida, mientras que el primer premolar derecho fue sometido a una fuerza intrusiva el premolar contralateral fue considerado como control por no recibir este tipo de fuerza. El grupo control mostró una concentración promedio de $1,78 \pm 1,13$ U/mg mientras que los premolares expuestos a fuerzas intrusivas reportaron una media de, $1,94 \pm 1,2$ U/mg; a pesar que se observa una tendencia al aumento de la concentración de la AST en el grupo expuesto a la fuerza, esta no muestra diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de estudio. (Tabla 5) (Figura 3).

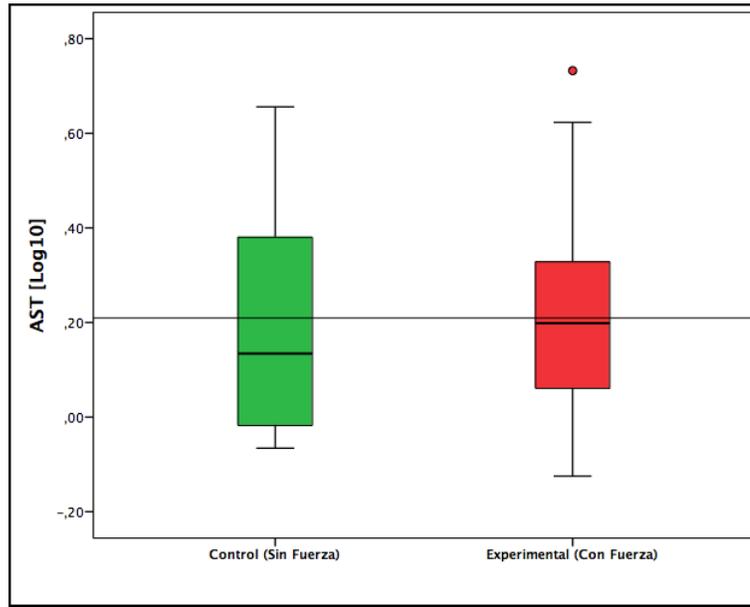
Tabla 5. Comparación de la concentración de las AST entre los grupos de estudio

	OD Expuestos a Fuerza Ortodóntica		Control		Diferencia	Valor de p
	Media	DE	Media	DE		
AST [U/mg]	1,942	1,215	1,787	1,133	0,155	0,925 ¥
AST [Log10]	0,226	0,225	0,185	0,240	0,021	0,763 §

¥: Prueba Wilcoxon para muestras relacionadas

§: Prueba t-student para muestras relacionadas.

FIGURA 5. Comportamiento de las AST entre los grupos de estudios



7. DISCUSION

En el presente trabajo se realizó la cuantificación de una enzima considerada como un factor pro-inflamatorio a nivel tisular, con el objetivo de establecer si existe algún daño pulpar generado por una fuerza ortodóntica intrusiva.

En ortodoncia se aplica una serie de movimientos donde las fuerzas varían de acuerdo a las necesidades de cada individuo. melsen *et al*, describen que en los movimientos intrusivos la fuerza recomendada en un premolar debe ser mayor a 25 gr/f debido a que presentan un área de superficie de la raíz mayor en comparación con los incisivos, por ende la fuerza intrusiva debe ser superior¹⁰¹. En el presente estudio se aplicó una fuerza de 75gr/f a los primeros premolares superiores derechos. En estudios previos de Stenvik y Mjör la fuerza elegida de 25 gr es considerada como moderada y severa cuando llega a los 225 gr.¹⁰² por lo tanto, la fuerza aplicada en el presente estudio puede ser considerada como una fuerza moderada.

Es importante tener en cuenta la funcionalidad de los aditamentos que se emplean para cualquier tipo de movimiento ortodóntico, ejemplo de esto es que los materiales elásticos se deformen y disminuyan significativamente la fuerza que ejercen. Esto se ve reflejado en el reporte de Han Guanghong et al (2013) quienes evaluaron los cambios pulpares e histológicos como la reabsorción radicular en premolares aplicando fuerzas intrusivas de 50 y 300 gr, estos tuvieron en cuenta la degradación de los elásticos y por tal motivo aumentaron la fuerza de 25 gr como

¹⁰¹ MELSEN B, et al. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.;96 No 3 (Septiembre, 1989); p.232-41.

¹⁰² STENVIK, A; MJÖR IA. Op cid ; p. 370-85.

se ha descrito con anterioridad a 50 gr ¹⁰³. En el presente estudio se utilizó una cadeneta de segunda generación que según la literatura presenta menor deformación y por lo tanto mantiene de forma constante la fuerza aplicada(75gr/f).¹⁰⁴

El diseño del dispositivo utilizado, fue semejante al que empleó Han G (2013) en su estudio. Según lo descrito por el autor este aditamento no genera daño ni incomodidad al paciente ya que es un gancho soldado a la banda del primer molar que forma parte del aparato de anclaje que generalmente se utiliza durante todo el tratamiento de ortodoncia en pacientes que son sometidos a exodoncias de primeros premolares, para controlar el espacio en que se quiere retraer o no los dientes anteriores. Es importante resaltar que este gancho se emplea exclusivamente para este tipo de estudio debido a que en la práctica clínica no es común usarlo para generar fuerzas intrusivas porque existen otras alternativas.

Teniendo en cuenta el movimiento intrusivo, la cantidad de fuerza aplicada, la degradación de los elásticos y el tiempo que dure dicho movimiento se podrán observar alteraciones a nivel pulpar. Veberiene et al (2010), aplicaron 61 gr de fuerza intrusiva en 21 premolares superiores y obtuvieron concentraciones de la AST de $0,57 \pm 0,44$ U/mg¹⁰⁵, la carga intrusiva aplicada en su estudio tuvo una duración de 7 días, en el presente estudio fue de 48 horas obteniendo concentraciones superiores 1.9 ± 1.2 U/mg.

¹⁰³ HAN G, et al. Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol 144 No 4 (Octubre,2013); p. 518-522

¹⁰⁴ HAN G, op cid p. 518-522

¹⁰⁵ VEBERINE R, op.cit, p.1018

Todos estos aspectos con respecto a los materiales utilizados se consideran importante tenerlos en cuenta para un mejor control de la situación y mantener una fuerza constante luego de 48 horas del movimiento; los resultados aquí reportados mostraron que la concentración de la AST varía ligeramente entre los grupos de estudio, por su parte la actividad de la AST informado por Perinetti et al(2004)¹⁰⁶, son comparables con los rangos de la enzima en los dientes con pulpitis reversible, a pesar que no están establecidos niveles para establecer un umbral para la actividad enzimática asociada con la inflamación de la pulpa, obviamente un aumento significativo en respuesta a la intrusión de ortodoncia indica que si ocurre alguna alteración en la pulpa. Sin embargo, aunque en el presente estudio no se observó variación significativa en la concentración se puede deber al corto tiempo en que se ejerció la fuerza en comparación con otros estudios.

En lo referente al tipo de fuerza, se escogió la fuerza intrusiva porque es considerada una de las más injuriosas en ortodoncia, ya que consiste en introducir el diente hacia su alveolo y se sugiere que genera daño vascular, reabsorciones radiculares¹⁰⁷. Sin embargo, de acuerdo a los resultados se puede decir que la hipótesis del "estrangulamiento" del flujo sanguíneo pulpar y la muerte celular durante la aplicación de la fuerza intrusiva no es real debido a que la enzima catalogada como un indicador de daño (AST) presentó una modificación no significativa en su concentración, en los dientes a los que se les aplicó la fuerza, ni a las estructuras dentales tomadas como grupo control; una posible explicación a este hallazgo por el cual no coinciden los resultados con algunos autores, es que no existió suficiente desplazamiento apical del diente debido a la naturaleza a

¹⁰⁶ Perinetti et al . op cid ; p 88-92.

¹⁰⁷ LU, Li-Hua, et al. Histological and histochemical quantification of root resorption incident to the application of intrusive force to rat molars. *The European Journal of Orthodontics*, 1999, vol. 21, no 1, p. 57-63.

corto plazo de la aplicación de la fuerza, así mismo la pulpa suele reaccionar positivamente ante los movimientos ortodónticos.

Por otra parte otra posible explicación a los resultados observados es el comportamiento mismo de la AST. Al generarse una injuria sobre el tejido se induce la producción de mediadores inflamatorio, los niveles de AST se elevan al cabo de 6 a 10 horas y permanecen altos por 4 días.¹⁰⁸

Algunas debilidades a considerar en el presente estudio es que la fuerza ejercida no es netamente intrusiva, ya que se está generando presión solo del lado de la superficie vestibular del diente, por lo tanto no existe un componente de fuerza del lado palatino que contribuya a la intrusión neta de la estructura dental.

Así mismo otra debilidad es el tamaño de la muestra debido a la complicación de la recolección, ya que la ortodoncia moderna no está considerando factible la exodoncia de los primeros premolares, se están tomando otras alternativas para el tratamiento de maloclusiones que requieran la extracción de estos dientes.

Una de las fortalezas de este estudio es que se realizó en boca dividida donde se toma como grupo control al mismo individuo.

Otra fortaleza es la relación interdisciplinar de la ortodoncia con la endodoncia tratando de dar respuesta a interrogantes de especialistas de otra disciplina con respecto a los daños causados por los tratamientos ortodónticos.

¹⁰⁸ HYEON, Chang Kim, et al. Op cid ;p. 983.

8. CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la concentración de la AST a nivel del tejido pulpar no presenta una variación estadísticamente significativa al inducir movimientos intrusivos con fuerzas aproximadas de 75 gr/fuerza en comparación con los dientes del grupo control, sin embargo se observa una tendencia a aumentar en los dientes expuestos a las fuerzas. Es posible que al aplicar otro tipo de movimientos o aumentar indiscriminadamente la fuerza aplicada se presenten cambios significativos que indiquen algún daño pulpar.

9. RECOMENDACIONES

- Aumentar el tamaño de la muestra.
- Proponer un diseño de ensayo clínico aleatorizado controlado.
- Aplicar otro tipo de fuerzas ortodónticas.
- Ampliar el tiempo de exposición.
- Realizar mediciones en diversos tiempos para conocer el comportamiento o actividad de la enzima.
- Emplear otro tipo de dispositivos de anclaje como por ejemplo minitornillos.
- Emplear otra fuente como liquido crevicular.
- El proceso de la recolección de los individuos debe hacerse en el primer periodo del año para coincidir con la aceptación de pacientes en el posgrado.

BIBLIOGRAFÍA

AL-QAWASMI RA, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption: linkage of chromosome 18 marker. En: J Dent Res. Vol.; 82 No 5 (Mayo, 2003); p. 350-60.

ANGELO Leonel, et al. Expression in Human Dental Pulp Subjected to Orthodontic Traction. En: Angle Orthod.; Vol.; 79 No 6 (Noviembre, 2009); p.1119 -1125

ANGULO, Nerkis, et al. Pruebas de función hepática en escolares obesos. En: *Investigación Clínica*. Vol.; 56 No 1 (Marzo, 2015); p. 14 -24

ARANZAZU G, cols. Cambios vasculares, Pulpares y Estructurales Inducidos Por Fuerzas Ortodónticas. En: Revista Odontológica U del Bosque. Vol.; 30 No 3 (Junio, 2004); p. 32-35.

BABACANA H, DORUKA C, BICAKCI A. Pulpal blood flow changes due to rapid maxillary expansion. En: The Angle Orthodontist. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p. 1136-1140

BACH, Normand; BAYLARD, Jean-Francois; VOYER, Rene. Orthodontic extrusion: periodontal considerations and applications. En: *Journal (Canadian Dental Association)*- Vol.; 70 No 11 (Diciembre, 2004); p. 775-780.

BALLARD DJ, et al. Psiquical properties de root cementun part 11 continuos vs intermitent controllet orthodontic forcé on root resorption. En: Am J Orthod Dentofac Orthop. Vol.; 136 No 1 (Julio, 2009) 8.e1-8

BALLESTEROS, Rosa; VIAFARA, Jairo y DOMINGUEZ, Ángel. Efecto del láser de baja intensidad en el tejido pulpar durante el movimiento ortodóncico. En: Rev. Estomat. Vol.; 2 No 1 (Feb, 2012); p. 30-38

BARKANA I, et al. Cementum attachment protein enriches putative cementoblastic populations on root surfaces in vitro. En: J Dent Res. Vol.; 79 No 7 (Julio, 2000); p. 1482- 1488

BARWICK, Peter J.; RAMSAY, Douglas S. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 110, No 3 (Abril, 1996); p. 273-279.

BAUSS, O.; et al. Influence of Orthodontic Extrusion on Pulpal Vitality of Traumatized Maxillary Incisors. En: J. Endod. Vol.;36 No 2 (Febrero, 2010); p.203-207

BONDEMARK, Lars, et al. Attractive magnets for orthodontic extrusion of crown-root fractured teeth. En: American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. Vol.; 112 No 2 (Agosto, 1997); p. 187-193.

CAVIEDES-BUCHELI, Javier, et al .The Effect of Orthodontic Forces on Calcitonin Gene-related Peptide Expression in Human Dental Pulp. En: J Endod. Vol.;37 No 7 (Julio 2011); p. 934–937

CAVIEDES J. Control de la sustancia P en la inflamación neurogénica del tejido pulpar con capsaicina. En: Rev FOC. 2002. Disponible en <http://www.encolombia.com/FOC-C1.htm>

CHAE S, et al. The effect Of Pro Inflammatory Cytokines And Orthodontics Tooth Movement. *Molecules And Cell. En: Mol Cells. Vol.; 32 No 2 (Agosto, 2011); p. 189–196.*

CHAVEZ L, WALTER A. PULGDOLLERS, A. Extrusión Ortodónica. En: *Rev Operatoria Dental y Endodóntico. Vol.; 2006. Vol 5: No 47 (2006); p. 1- 3*

DELIVANIS HP, SAUER GJR. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. En: *Am J Orthod Dentofac Orthop. Vol.; 82 No 1 (Julio,1982); p.58-61*

DERMAUT, L. R.; DE MUNCK, A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. En: *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 90 No 4, (Octubre,1986); p. 321-326*

DERRINGER, K. A.; et al. Angiogenesis in Human Dental Pulp Following Orthodontic Tooth Movement. En: *J. Dent. Res. Vol.;75 No 10 (Octubre, 1996); p.1761-1766*

DOMINGUEZ L, BALLESTEROS L, VIAFARA J. Effect Of Low Level Laser Therapy On Dental During orthodontic Movement. En: *J Dent. Vol.; 10 No 3 (Mayo, 2013); 264–272.*

FLEISHER GA, POUN CS. WAKIM KG. Separation of 2 glutamic· oXilaertie transaminascs by paper electroforesis. En: *Proc: Soc Exp Biol Mcd. Vol.; 103 (Enero, 1960); p. 229-231*

FONSECA, Gabriel y GUZMAN, Andrés. Fuerzas Ortodóncicas como Agentes Vulnerantes de la Salud Pulpar. Reporte de Dos Casos. En: *Int J Odontostomat.* Vol.; 4 No 3 (Diciembre, 2010); p. 271-276

FUDALEJ Alejo and JHOTMAN Alonso. Pulpar Reactions To Orthodontic Force Application In Human. *Journal Endodontic.* Vol.; 45 No 35 (Noviembre, 2012); p: 461- 467

GRÜNHEID, T; et al. Pulpal cellular reactions to experimental tooth movement in rats. En: *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Vol. 104 No 3 (Septiembre, 2007); p. 434–441

HAN G, et al. Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. En: *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* Vol 144 No 4 (Octubre,2013); p. 518-522

HYEON, Chang Kim, et al. Normal serum aminotransferase concentration and risk of mortality from liver diseases: prospective cohort study. En: *Bmj.* Vol.; 328 No 7446 (Abril, 2004); p. 983.

LAURENS T, KAMIJAK R. Activation Of Human Dental Pulp Progenitor/Stem in Response To Odontoblast Injury. *Arch Oral Biol,* 2005. 50(2):103-108.

LEAVITT Albus, et al. A Longitudinal Evaluation Of Pulpal Pain During Orthodontics Tooth Movement Orthodontics And Craniofacial Research. En: Orthod Craniofac Res. 2002 Feb;5(1):29-37.

LIU, L; et al. Effects of local administration of clodronate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. En: Eur J Orthod. Vol.; 26 No 5 (Octubre, 2006); 469-473.

LU, Li-Hua; et al. Histological and histochemical quantification of root resorption incident to the application of intrusive force to rat molars. En: The European Journal of Orthodontics; Vol, 21 No 1, 1999. 57-63.

MASARU Yamaguchi and KAZUKATA Kasai. The effects Of Orthodontics Mechanics On The Dental Pulp. En: Seminars Orthodontics. Vol.; 13 No 4 (Diciembre, 2007); p. 272-280.

MELSEN B, et al. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.;96 No 3 (Septiembre, 1989); p.232-41.

MELSEN, B., et al. New attachment through periodontal treatment and orthodontic intrusion. En: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 94 No 2 (Agosto, 1988); p. 104-116

MERIDA I. Movimiento Ortodóntico y sus factores Modificante. Revista Latinoamericana De Ortodoncia y Odontopediatría. Vol.; 6 No 10 (2011); p. 35-38.

MODERASI J, et al. The Effect Of Orthodontic Forces On Tooth Response To Electric Pulp Test. En: Iranian Endodontic Journal. Vol.; 74 No 3 (Agosto, 2006); p. 1120-1124.

NANN A. Wickwire, et al. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. En: Angle Orthod. Vol.; 44 No 3 (Julio, 1974); p. 235-242

NAKANISHI, Yukihiro; SAXENA, Romil. Pathophysiology and Diseases of the Proximal Pathways of the Biliary System. En: Archives of Pathology and Laboratory Medicine. Vol.; 139 No 7 (Julio, 2015); p.858-866

PARRIS Weinter y TANZER Killer. Effects Of Orthodontics Force On Methisnine Enkephalin And Substance P Concentrations In Human Pulp Tissue. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol; 95 No 6 (Junio,1989); 479-89.

PERINETTI G., et al. Aspartate aminotransferase activity in pulp of orthodontically treated teeth. En: Am J Orthodontofacial Orthop. Vol 125 No 1 (Enero, 2004); p. 88-92

PUIGDOLLERS Andrew; DE LA IGLESIA Fernando. Movimiento Dental, Efectos De la Fuerza y Reacción Pulpar. En: Rev Esp Ortod. Vol.; 7 No 4 (Abril, 2004); 249-254.

QUIROS ALVAREZ, Oscar. Haciendo fácil la ortodoncia. Amolca, Venezuela, 2012. Capítulo 5.; p. 221-608.

RAMAZANZADEH BA, et al.Histological changes in human dentalpulp following application of intrusive and extrusive orthodontic forces. En: J Oral Sci. Vol.; 51 No 1 (Marzo, 2009); p.109-15.

RANA M, et al. Detection of apoptosis during orthodontic tooth movement in rats. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.; 119 No 5 (Mayo, 2011); p. 516-21

RODRÍGUEZ R, Carolina; VANIN A. Efectos de Ortodoncia en la Pulpa Dental. En: Revista Estomatología. Vol 14 No 1 (Julio –Agosto, 2006); p. 27-29

ROMER P, REICHENEDER C, WOLF M. Cellular Response To Ortodontically Induced Short-Term Hypoxia In Dental Pulp Cells. En: American Journal orthodontics. Vol.; 355 No 1 (Enero, 2014); p. 173- 180.

SANO Y, et al. The effect of continuous intrusive force on human pulpal blood flow. En: Eur J Orthod. Vol.; 24 No 4 (Abril, 2002); 159-66.

SATO, Motonori, et al. Inclination of the occlusal plane is associated with the direction of the masticatory movement path. En: The European Journal of Orthodontics. Vol.; 29, No 1 (Febrero, 2007); p. 21-25

SCHOTT, Timm C. A comparison between indirect and objective wear-time assessment of removable orthodontic appliances. En: The European Journal of Orthodontics. (Marzo, 2016); p. cjw026.

SHOICHIRO, Lino. et al. Isolated Vertical Infrabony Defects Treated by Orthodontic Tooth Extrusion. En Angle Orthodontist. Vol.; 4 No 3 (Julio, 2008); p. 728- 736

SICHER, H. Changing concepts of the supporting dental structures En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Vol.; 12 No 1 (Enero, 1959); p. 31-5.

SMAILEINE Dasco y VEBERINE Roman. Changes In Dental Pulp Parameters In Response To Different Modes Of Orthodontic Force Application. En: Angle Orthodontic. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p. 361-368.

SMITH, Richard J.; BURSTONE, Charles J. Mechanics of tooth movement. En: American journal of orthodontics. Vol.; 85 No 4 (Marzo,1984); p. 294-307.

SERGL HG, KLAGES U, ZENTNER A. Functional and social discomfort during orthodontic treatment-effects on compliance and prediction of patients' adaptation by personality variables. En: Eur J Orthod. Vol.; 22 No 3 (Junio, 2000); p. 307-15.

SPECTOR, J. K.; ROTHENHAUS, B. & HERMAN, R. I. Pulpal necrosis following orthodontic therapy. Report of two cases. En: N. Y. State Dent. J. Vol.;40 No 1 (Enero, 1974); p. 30- 32

STENVIK, A; MJÖR IA. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. En: Am J Orthod. Vol.; 57 No 4 (Abril, 1970); p. 370-85.

SUBAY R, et al. Response of Human Pulpal Tissue to Orthodontic Extrusive Applications. En: J Endod. Vol.; 27 No 8 (Agosto, 2001); p. 508-11.

TERESPOLSKY M, BRIN I, STEIGMAN S. The effect of functional occlusal forces on orthodontic tooth movement and tissue recovery in rats. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop. Vol.; 121 No 6 (Junio, 2002); p. 620-8.

TROWBRIDGE H. Y KIM S. Desarrollo de la pulpa, estructura y función. En: Cohen S, Burns R, editores. Vías de la pulpa. 7ma edición. Madrid. Harcourt, 1999; p. 362-400

UNTERSEHER RE, et al. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. En: Am J Orthod Dentofac Orthop. Vol.; 92 No 3 (Septiembre, 1987); p. 220-4

VASKA, V. Neural Modulation Of Orthodontics Tooth Movement. En: American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol.; 121 (1999); p. 231- 247

VEBERIENE, Rita; et al. Change in dental pulp parameters in response to different modes of orthodontic force application. En: Angle Orthodontist. Vol.; 80 No 6 (Noviembre, 2010); p.1018-1022.

VILLA PA, et al. Pulp-dentine complex changes and root resorption during intrusive orthodontic tooth movement in patients prescribed nabumetone. En: J Endod. Vol.; 31 No 1. (Enero, 2005); p. 61-6.

VINOD Krishnanaand and ZE'EV Davidovitch. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. En: Am J Orthod Dentofacial Orthop Vol.; 129 No 4 (Abril, 2006); p. 469.e1-32

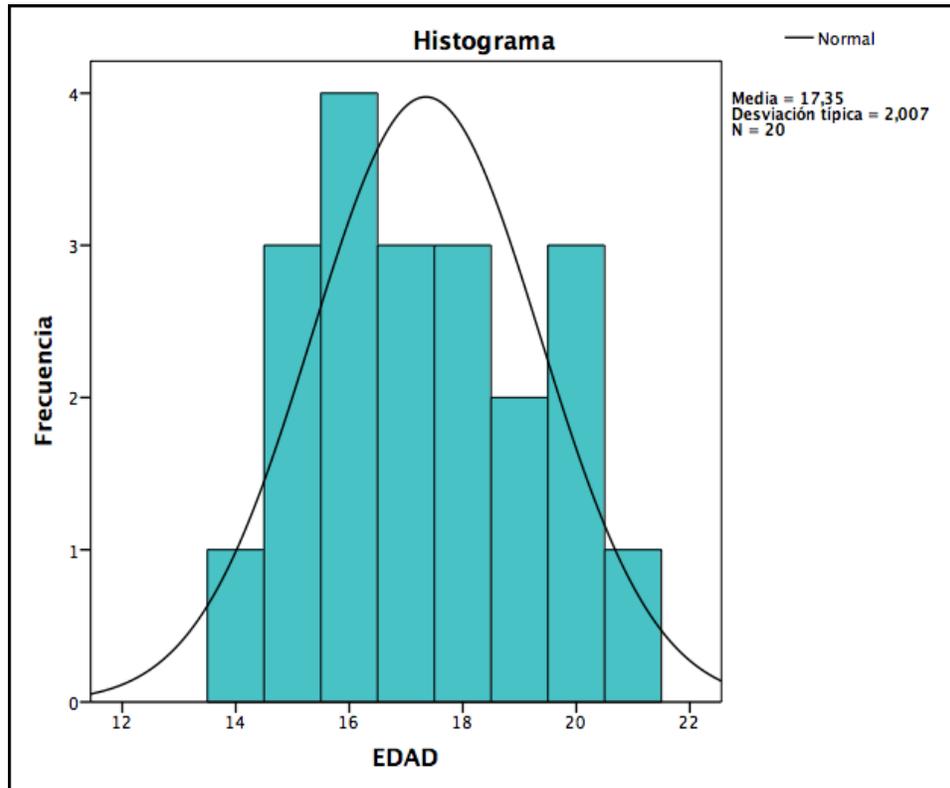
WAHAB, ROHAYA; et al. The Effects of Orthodontic Forces during Canine Retraction Using Self-ligating Brackets on Gingival Crevicular Fluid Enzyme Activity, Canine Movement and Root Resorption. En: Sains Malaysiana. Vol 44 No 2 (Febrero, 2015); p. 249–256

YAMAGUCHI, M. & KASAI, K. Inflammation in periodontal tissues in response to mechanical forces. En: Arch Immunol Ther Exp (Warsz). Vol 53 No 5 (Sep-Oct, 2005); p. 388-98.

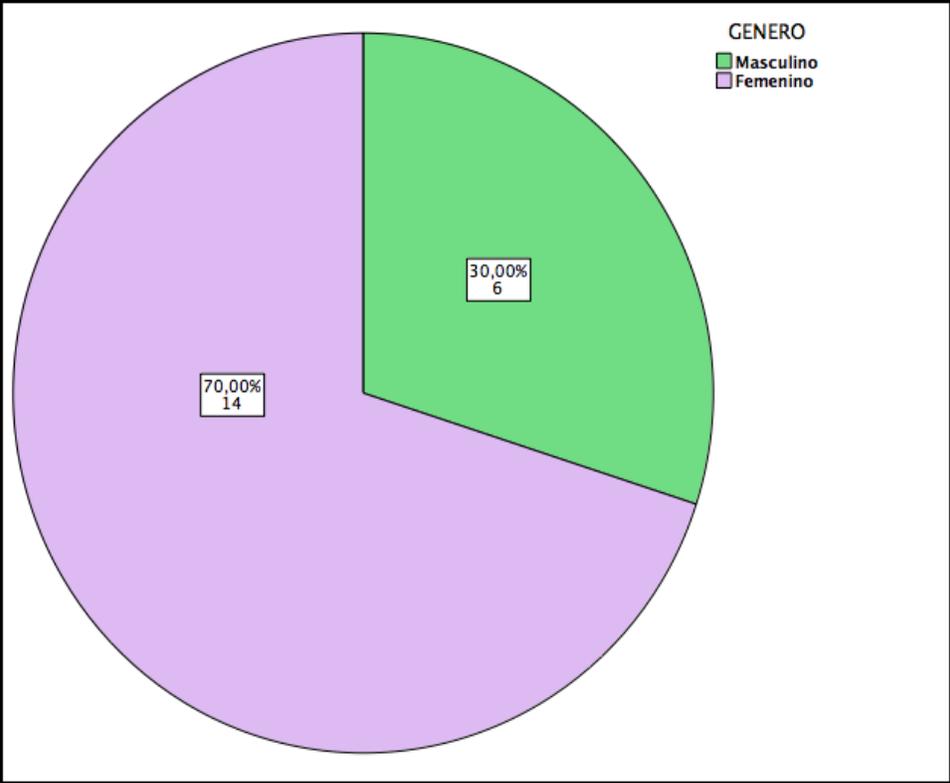
ZACHRISSON B. Interrelación Ortodoncia-Periodoncia. Lindhe, J, Periodontología Clínica e Implantología Odontológica. Tercera edición. Editorial Panamericana, 2000. Cap. 25; p. 747-800

ANEXOS

ANEXO 1. Distribución de la edad en el grupo de estudio.



ANEXO 2. Distribución por género de la muestra estudiada



ANEXO 3. Pruebas de normalidad de dientes expuesto y no expuestos a fuerzas intrusivas

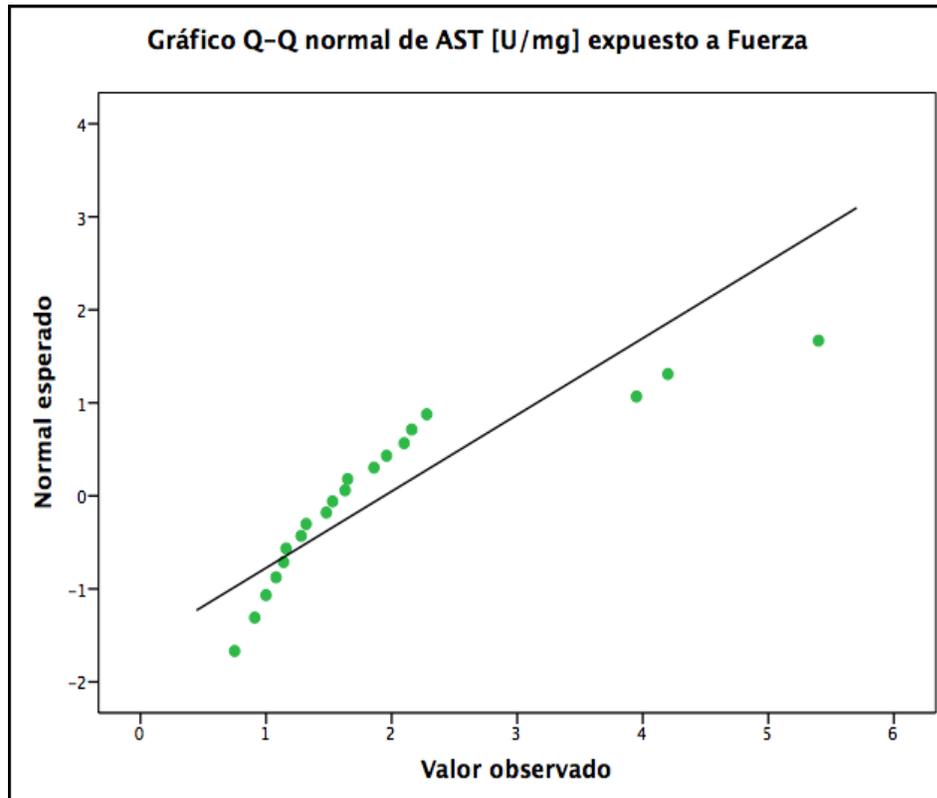
Pruebas de normalidad de dientes No expuestos a Fuerzas intrusivas

	Kolmogorov-Smirnovb			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AST [U/mg]	0,222	14	0,059	0,804	14	0,006
AST [Log10]	0,214	14	0,083	0,881	14	0,06

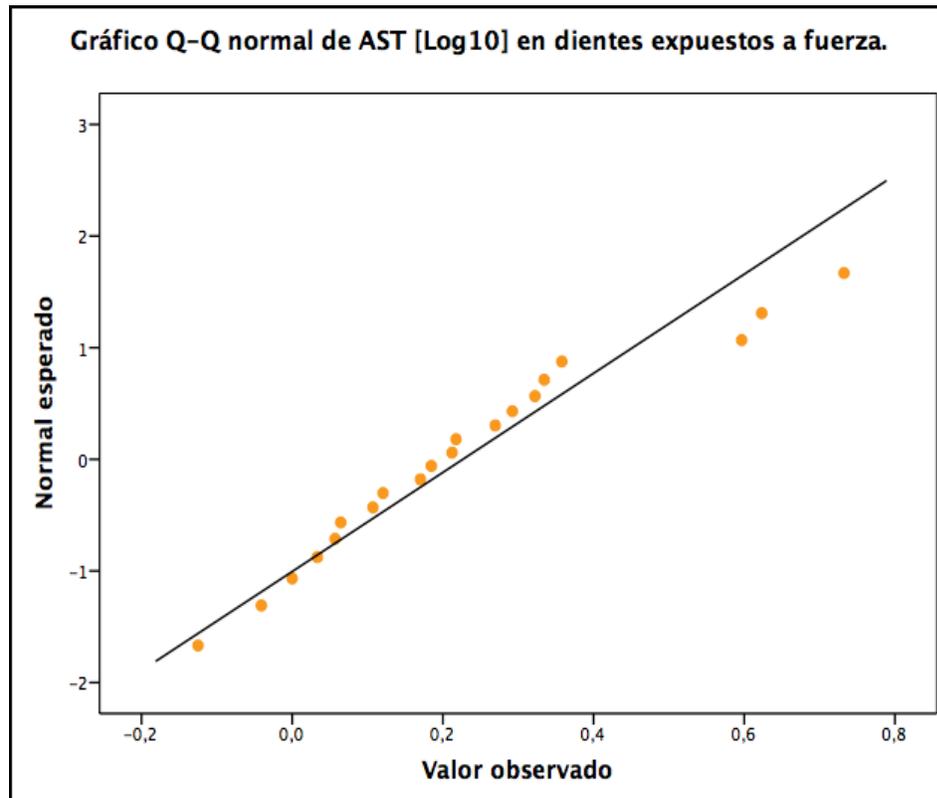
Pruebas de normalidad AST de dientes expuestos a Fuerzas intrusivas

	Kolmogorov-Smirnovb			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AST [U/mg]	0,24	20	0,004	0,78	20	0,00
AST [Log10]	0,13	20	0,200	0,942	20	0,257

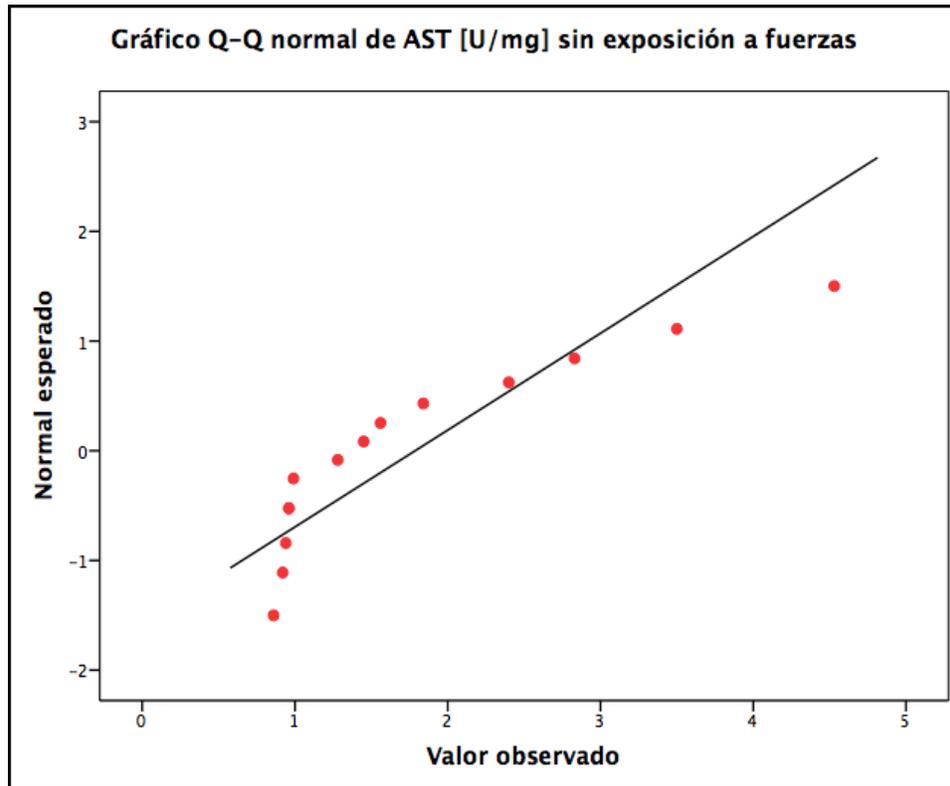
ANEXO 4 Distribución de normalidad de la concentración de la AST en dientes expuestos a fuerzas ortodónticas.



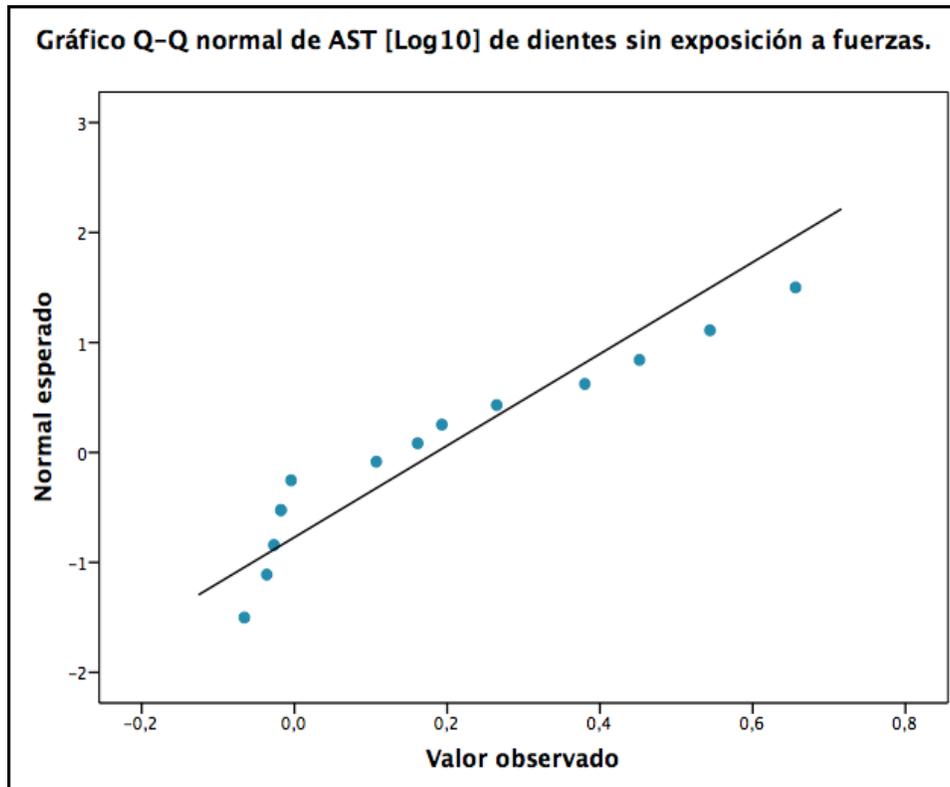
ANEXO 5. Distribución de normalidad de la concentración de la AST transformada al logaritmo 10 en dientes expuestos a fuerzas ortodónticas.



**ANEXO 6. Distribución de normalidad de la concentración de la AST en
dientes sin exposición a fuerzas ortodónticas**



ANEXO 7. Distribución de normalidad de la concentración de la AST transformada al logaritmo 10 en dientes sin exposición a fuerzas ortodónticas





ANEXO 8 consentimiento informado

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Yo _____ identificado como aparece al pie de mi firma, _____ y _____ en _____ representación _____ de quien es usuario del servicio que presta la Universidad de Cartagena por medio de la facultad de Odontología, autorizo a la facultad de odontología a través de su equipo de docentes y estudiantes, a participar en la realización del proyecto de investigación **“Niveles de Actividad de Aspartato Aminotransferasa en pulpa de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas”**. El cual consiste en colocación de aparatología ortodónticos en órganos dentarios _____, los cuales se someterá a fuerzas ortodónticas, específicas.

Posterior a esto _____ el _____ (la) _____ paciente: debe regresar en 5 días, y se realizara la exodoncia indicada en dichos órganos dentarios seleccionados para la muestra.

Además me ha explicado cuáles son sus consecuencias, ventajas, riesgos, posibles complicaciones o molestias que pueden presentarse y me ha permitido hacer las preguntas necesarias las cuales se me respondieron en forma satisfactoria.

Comprendo las implicaciones del presente consentimiento y acepto en representación de: _____, ser partícipe del proyecto a realizar, y dejo la constancia que los espacios en blanco han sido llenados antes de mi firma.

Firma del usuario
O persona responsable

Testigo
D I No

D I No:

*Parentesco en caso de firma persona distinta al paciente:_____

El suscrito_____ deja constancia que ha explicado la naturaleza, propósito, ventajas, riesgos del proyecto de investigación; y que ha respondido todas las preguntas formuladas por el paciente o por la persona responsable de este.

Fecha:_____

Anexo 9. Tabla Matriz

Muestra	Edad	Sexo	AST U mg Control	AST U mg Exp	AST LOG10 Control	AST LOG10 Exp
PC01	21	Femenino	3,5	1,48	0,54	0,17
PC02	20	Masculino	1,56	1,28	0,19	0,11
PC03	0	Femenino	0,86	1,08	-0,07	0,03
PC04	15	Femenino	1,45	1,86	0,16	0,27
PC05	0	Masculino	0,99	1,63	0,00	0,21
PC06	18	Masculino	0,96	1,16	-0,02	0,06
PC07	16	Femenino	1,28	5,4	0,11	0,73
PC08	20	Femenino	4,53	3,95	0,66	0,60
PC09	19	Femenino	2,83	2,16	0,45	0,33
PC10	16	Femenino	0,96	1,32	-0,02	0,12
PC11	17	Femenino	0,94	1	-0,03	0,00
PC12	14	Femenino	2,4	0,75	0,38	-0,12
PC13	16	Masculino	0,92	1,14	-0,04	0,06
PC14	20	Femenino	1,84	2,1	0,26	0,32
PC15	18	Femenino		1,65		0,22
PC16	17	Masculino		1,96		0,29
PC17	16	Masculino		0,91		-0,04
PC18	15	Femenino		4,2		0,62
PC19	17	Femenino		2,28		0,36
PC20	15	Femenino		1,53		0,18