

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN ORTODONCIA

TESIS

**“EFECTO DE LA FOTOBIMODULACIÓN EN LA EXPRESIÓN DE
SUSTANCIA P DURANTE EL CONTROL DEL DOLOR POST
ACTIVACIÓN DE LOS ARCOS INICIALES DE ORTODONCIA”**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN
TERMINAL EN ORTODONCIA**

PRESENTA:

**C.D. LILIANA LÓPEZ ANAYA
223450008**

DIRECTOR RESPONSABLE:

**M.O. FARID ALFONSO DIPP VELÁZQUEZ
100408155**

DIRECTOR DISCIPLINARIO:

**D.C. ISMAEL JUÁREZ DÍAZ
100517019**

DIRECTOR METODOLÓGICO:

**D.C. BRENDA ERÉNDIDA CASTILLO SILVA
NSS526469**

ASESORES EXTERNOS:

**DRA. ÁNGELA DOMÍNGUEZ CAMACHO
DR. SERGIO VELÁSQUEZ CUJAR**

**MAYO 2025
PUEBLA, PUEBLA**

I. DICTAMEN DE APROBACIÓN DE TESIS



Oficio No. FESIEP/CIFE/065/2025

C. Lilita López Anaya
Estudiante de la Maestría en Estomatología con opción en Terminal en Ortodoncia
Matrícula No.: 223450008
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo, en mi doble calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado y Presidenta del Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; aprovecho para felicitarla por el avance significativo en su proceso académico. En atención a su solicitud, me permito notificarle que su tesis titulada:

"Efecto de la fotobiomodulación en la expresión de sustancia P durante el control del dolor post activación de los arcos iniciales de ortodoncia".

ha recibido la aprobación oficial para su impresión.

Su trabajo ha sido registrado en el Libro de Registros No. 08, página 01, con el No. de Asignación 2024263 quedando debidamente documentado en esta Secretaría de Investigación. Esta tesis será presentada como parte del procedimiento para su examen profesional, necesario para obtener el grado de Maestría en Estomatología.

Próximos pasos:

1. Impresión de la tesis: Proceda con los trámites de impresión conforme a los lineamientos establecidos por la Facultad.
2. Revisión del documento: Asegúrese de que el texto cumpla con los estándares académicos y formales.
3. Coordinación del examen profesional: Comuníquese con el Responsable de la Etapa Terminal de la Maestría de su elección para programar su examen de grado y gestionar los trámites administrativos correspondientes

Le recordamos que el cumplimiento de los plazos y requisitos establecidos es fundamental para garantizar la fluidez del proceso.

Reconocimiento y mensaje final:

Este logro refleja su esfuerzo, dedicación y el impacto de su investigación en el ámbito de la Estomatología. Le felicitamos por este avance significativo y confiamos en que continuará demostrando su compromiso académico y profesional.

Para cualquier consulta o información adicional, no dude en comunicarse con nosotros. Estamos a su disposición para acompañarla en esta etapa crucial de su formación.

Sin otro particular, le reitero mi más atenta y distinguida consideración y le deseo éxito en la etapa final de esta carrera académica.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a viernes 30 de mayo de 2025

MEP. Gisela Nataly Rubín de Celis Quintana
Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología

*Nota: Se anexa Formato de Impresión de Tesis - C. Lilita López Anaya - Maestría en Estomatología - Terminal en Ortodoncia - S.I.E.P. - Facultad de Estomatología - B.U.A.P. (origina) - p.s.c.y.a.

*C.c.p. Archivo

*MCO, FJMA/MEP, GNRCQ/jameth

Secretaría de Investigación y
Estudios de Posgrado
Facultad de
Estomatología

31 poniente 1304, Col. Volcanes
Puebla, Pue.
C.P. 72410
Tel. Of. 22*22 29 55 00
Ext. 5526

II. AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS RECEPCIONAL**

Para obtener el Grado de: **Maestría en Estomatología con opción en Terminal en Ortodoncia.**

No. Registro CIFE: 2024263. **Fecha de Registro ante CIFE:** jueves 16 de mayo del 2024.

Título de la Tesis: "Efecto de la fotobiomodulación en la expresión de Sustancia P durante el control del dolor post activación de los arcos iniciales de ortodoncia".

Nombre del estudiante: Liliana López Anaya.

Matrícula: 223450008.

Domicilio: Av. Islas Bahamas 389, Santa Mónica, Mexicali, Baja California.

No. Cel.: 68*61 68 89 03.

Fecha de ingreso a la Facultad: jueves 05 de enero del 2023.

Firma: 

Director de Tesis: MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez.

Grado académico: Maestro en Ortodoncia.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100408155.

No. Cel. 22*21 61 47 78.

Firma: 

Director Disciplinario: DC. Ismael Juárez Díaz.

Grado académico: Doctor en Ciencias Quimicobiológicas.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100517019.

No. Cel. 24*61 01 69 44.

Firma: 

Director Metodológico: DC. Brenda Eréndida Castillo Silva. **Grado académico:** Doctor en Ciencias Odontológicas.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: NSS526469.

No. Cel. 44*42 42 60 77.

Firma: 

Lector: MO. Yareli Hernández Ávila.

Grado académico: Maestro en Ortodoncia.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100426099.

No. Cel. 22*21 99 20 62.

Firma: 

Nombre y firma de aprobación por parte del Responsable de la Maestría en Estomatología en Terminal en Ortodoncia.

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez

Firma: 

La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

Facultad de Estomatología,

Autoriza la impresión de la Tesis.

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana



Fecha oficial de emisión: miércoles 28 de mayo del 2025.

Sello

III. OFICIO DE ACEPTACIÓN DE PROYECTO C.I.F.E.



Constancia No. FESIEP/CIFE/246/2024

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez
Responsable del Proyecto de Investigación
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P R E S E N T E

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo la que suscribe MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana en mi calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y tras un detenido análisis y evaluación en el Proyecto de Investigación (Colectivo):

Nombre del Título del Proyecto:

"Efecto de la fotobiomodulación en la expresión de sustancia P durante el control del dolor post activación de los arcos iniciales de ortodoncia"

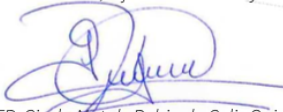
Presentado por:

No.	Cargos	Nombres	ID y/o Matrícula
1	Responsable del Proyecto de Investigación:	MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez	100408155
2	Director Disciplinario:	DC. Ismael Juárez Díaz	100517019
3	Director Metodológico:	DC. Brenda Eréndira Castillo Silva	NSS526469
4	Asesor Externo:	Dra. Ángela Domínguez Camacho	S/N
5	Estudiante de Maestría en Estomatología Terminal en Ortodoncia	C. Lilitana López Anaya	223450008

HAGO CONSTAR, que, ha sido oficialmente ACEPTADO. Este relevante proyecto, ha sido registrado ante el Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología (C.I.F.E.), inscrito en el libro de registros No. 09, página 01, bajo el No. de asignación 2024263, en la Secretaría de Investigación de esta Unidad Académica.

Para los fines legales que los interesados convengan, y sin otro particular, reitero a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a jueves 16 de mayo del 2024


MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana,
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología



*C.c.p. Archivo
*MCO. FJMA/MEP. GNRCQ/Yaneth

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
31 poniente 1304, Col. Volcanes
Puebla, Pue.
C.P. 72410
Tel. Of. 22*22 29 55 00
Ext. 5526

IV. REPORTE DE SIMILITUD ANTI PLAGIO






8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 5%  Internet sources
- 1%  Publications
- 7%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



V. AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta tesis no habría sido posible sin el apoyo, la guía y el aliento de muchas personas, a quienes deseo expresar mi más profundo agradecimiento.

A mi comité de tesis, por su tiempo, sus valiosas observaciones y su compromiso con mi formación académica. Su orientación fue esencial para la culminación de este trabajo.

A mis profesores, gracias por compartir sus conocimientos y por fomentar en mí el pensamiento crítico.

A mis compañeros, con quienes compartí no solo clases y trabajos, sino también momentos de crecimiento, amistad y apoyo mutuo. Su compañía hizo más llevadero el camino.

A mi familia, por su amor incondicional, comprensión y constante aliento. Su confianza en mí fue mi mayor impulso para seguir adelante.

Agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron en este proceso. Cada gesto de apoyo ha dejado una huella en este logro.

A todos, ¡gracias!

VI. ÍNDICE GENERAL

1. Resumen y Palabras Clave	12, 13
2. Introducción	14
3. Antecedentes	
3.1 Antecedentes Generales.....	15
3.2 Antecedentes Específicos.....	18
4. Planteamiento Del Problema	23
4.1 Pregunta De Investigación.....	24
5. Justificación	24
6. Hipótesis	25
7. Objetivos de la Investigación	
7.1 Objetivo General.....	25
7.2 Objetivos Específicos.....	25
8. Métodos	
8.1 Diseño de Estudio.....	25
8.2 Muestra.....	26
8.3 Criterios de Selección	
8.3.1 Inclusión	26
8.3.2 Exclusión.....	26
8.3.3 Eliminación.....	26
8.4 Variables.....	27
8.5 Concordancia y Fiabilidad.....	28
8.6 Ubicación Espacio - Temporal.....	28
8.7 Procedimiento, Técnicas y Fuentes de Recolección	
8.7.1 Sujetos.....	28

8.7.2	Características del equipo láser.....	28
8.7.3	Metodología de boca dividida y Protocolo de irradiación.....	28
8.7.4	Grupo Control y Grupo Experimental.....	29
8.7.5	Toma de la Muestra.....	29
8.7.6	Inmunoprueba Enzimática.....	30
8.7.7	Cronograma.....	31
9.	Logística	
9.1	Recursos Humanos.....	32
9.2	Recursos Materiales.....	33
9.3	Recursos Financieros.....	33
10.	Ética y Bioseguridad	33
11.	Análisis Estadístico	34
12.	Resultados	35
13.	Discusión de Resultados	39
14.	Conclusión	42
15.	Referencias	43
16.	Anexos	
16.1	Consentimiento Informado.....	47
16.2	Escala Visual Análoga para evaluación de dolor.....	48

VII. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

1. Tabla No. 1. Variables Dependientes e Independientes.....	27
2. Gráfica No. 1. Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada maxilar bajo fotobiomodulación.....	37
3. Gráfica No. 2. Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada mandibular bajo fotobiomodulación.....	38
4. Tabla No. 2. Escala Visual Análoga, en donde 0 es sin dolor y 10 el mayor dolor posible.....	39

VIII. ABREVIATURAS

LPD – Ligamento Periodontal

RANK – Receptor Activador del Factor Nuclear K

RANKL – Ligando del Receptor Activador del Factor Nuclear KB

OPG – Osteoprotegerina

TNF – Factor de Necrosis Tumoral

CGRP – Péptido relacionado con el gen de la calcitonina

SP – Sustancia P

PMB – Fotobiomodulación

LLLT – Terapia de laser de baja potencia

EVA – Escala Visual Análoga

AINE – Antiinflamatorio no esteroideo

“EFECTO DE LA FOTOBIMODULACIÓN EN LA EXPRESIÓN DE SUSTANCIA P DURANTE EL CONTROL DEL DOLOR POST ACTIVACIÓN DE LOS ARCOS INICIALES DE ORTODONCIA”

1. RESUMEN

Introducción: El dolor ortodóncico es una de las grandes inevitables negativas asociadas a el tratamiento ortodóncico, puesto que la aparatología y activaciones tienen repercusiones inflamatorias en los tejidos de soporte y en la mucosa que entra en contacto con el bracket, situación que puede afectar el comportamiento y compromiso del paciente al tratamiento ortodóncico. La efectividad de la fotobiomodulación para el alivio del dolor se ha reportado como un método efectivo y no invasivo durante el tratamiento de ortodoncia. Hasta el momento no se ha estudiado el efecto en la Sustancia P de la PBM durante los primeros movimientos de ortodoncia. **Objetivo:** Comparar el efecto de la aplicación del láser para control del dolor durante los arcos iniciales del tratamiento ortodóncico en los niveles de Sustancia P en fluido crevicular, comparándolos con un grupo control. **Materiales y Métodos:** A todos los pacientes se les cementaron brackets metálicos autoligables con resina Enlight. Los cuatro primeros premolares (2 grupo control y 2 grupo experimental) se cementaron a 1 mm menos de la posición ideal en la que debe cementarse el bracket en relación con la superficie oclusal para permitir una intrusión de 1mm. Durante la cita de colocación de arcos iniciales (NiTi 0.014) los dientes experimentales fueron fotobiomodulados con láser Quantum MINI con una longitud de onda de 810 nm, por un tiempo de 20 segundos a lo largo de la superficie vestibular y 20 segundos por la superficie palatina de los dientes. Los brackets fueron reposicionados finalizando la fase experimental (a las 24 horas) lo cual no produjo ningún efecto permanente en la posición del diente ni afectará el normal desarrollo de la ortodoncia. La toma de muestra se realizó a las 0 y 24 horas en el grupo control y a las 0, 24 horas y posterior a una segunda aplicación de fotobiomodulación en el grupo experimental. La cantidad de Sustancia P en cada muestra fue determinada por una prueba de ELISA con un Kit disponible comercialmente kit KGE007. **Resultados:** En el grupo experimental, la concentración media de Sustancia P en maxilar fue de $400.014298 \pm 138.298779$ pg/ml y mandibular de 350.445507 ± 229.80979 pg/ml. Al paso

de 24 horas, la concentración media redujo a $318.309893 \pm 167.7501511$ pg/ml y $296.505333 \pm 174.1066701$ pg/ml respectivamente. La percepción de dolor por parte del paciente disminuye en un 69.23% (EVA). **Conclusión:** Se infiere que la fotobiomodulación a 810 nm, 0.1 W, 4 J y 40 s por órgano dentario si es capaz de producir cambios en la concentración de Sustancia P en el fluido crevicular gingival a las 24 horas de su aplicación durante el tratamiento ortodóncico inicial con fuerzas ligeras obtenidas con brackets autoligables. Además, que la percepción del dolor por parte de los voluntarios disminuye de una forma considerable (mediante la escala EVA).

PALABRAS CLAVE

Movimiento dental ortodóncico, Dolor ortodóncico, Sustancia P, Fotobiomodulación

2. INTRODUCCIÓN

El dolor es definido como una sensación desagradable producto de la excitación, en distintos grados, de las fibras sensitivas nerviosas (1,2). El dolor es difícil de evaluar, ya que es una sensación subjetiva que la persona experimenta y esta pueda aumentar o disminuir dependiendo de muchos factores, por ejemplo, género, umbral del dolor, nivel de tolerancia, estado emocional, estrés, cultura y experiencias dolorosas previas (1).

El dolor ortodóncico es una de las grandes inevitables negativas asociadas a el tratamiento ortodóncico (2,3), puesto que la aparatología y activaciones tienen repercusiones inflamatorias en los tejidos de soporte y en la mucosa que entra en contacto con el bracket, situación que puede afectar el comportamiento y compromiso del paciente al tratamiento ortodóncico (3).

Es aceptado que los neurotransmisores, en particular de sustancia P, tiene mediación en la respuesta biológica a la tensión mecánica aplicada a la los dientes durante el tratamiento de ortodoncia (4) además que la literatura científica en ortodoncia ha hecho hincapié en la importancia de la sustancia P como mediador del dolor (5–7).

Existen varias modalidades de tratamiento que se pueden llevar a cabo para el alivio al dolor ortodóncico, incluyendo terapia farmacológica, mecánica y conductual y la aplicación de fotobiomodulación, método que se ha reportado como efectivo y no invasivo durante el tratamiento de ortodoncia (8–16).

3. ANTECEDENTES

3.1 ANTECEDENTES GENERALES

Movimiento Dental Ortodónico

El tratamiento ortodónico depende de la reacción del ligamento periodontal (LPD) a la aplicación de fuerzas leves, pero persistentes. Las fuerzas ortodónicas efectúan un fenómeno de tensión y compresión en el LPD, ejerciendo alteraciones en el flujo sanguíneo. Acto seguido existe una liberación de prostaglandinas y citocinas (IL-8, IL-1 β , IL-6 y TNF α). Mensajeros químicos son activados y modifican la actividad celular; aumentan los niveles de AMPc y comienza la diferenciación celular en el LPD. Al paso de 48 horas osteoblastos y osteoclastos han comenzado con la remodelación ósea del alveolo produciendo así el movimiento dental.

El Sistema Regulador del Remodelado Óseo es un conjunto de procesos biológicos y sistemas de señalización el cual induce la diferenciación y activación de osteoclastos, equilibrando el remodelado óseo. Este sistema está compuesto por un Receptor Activador del Factor Nuclear K (RANK), iniciador de la diferenciación de osteoclastos, el Ligando del Receptor Activador del Factor Nuclear KB (RANKL), proteína producida por los osteoblastos y la Osteoprotegerina (OPG), factor inhibidor de la diferenciación de osteoclastos. RANKL activa a RANK en los precursores osteoclasticos, mientras que OPG actúa como un distractor de RANKL para enlazar su receptor a RANK regulando la actividad osteoclastica previniendo una degradación ósea excesiva (17–19).

El movimiento dental ortodónico se puede resumir en tres etapas, las cuales son: compresión de los tejidos y las alteraciones del flujo sanguíneo provocadas por esta presión, la formación y/o liberación de mensajeros químicos y la activación celular (20).

Dolor ortodóncico

El dolor ortodóncico es un dolor inflamatorio que es propiciado por la oclusión vascular inducida por fuerzas ortodóncicas, seguida de una cascada de inflamación como respuesta, incluyendo cambios vasculares, reclutamiento de células inflamatorias y de defensa y liberación de mediadores neurogénicos y proinflamatorios (21).

Una vez recibido la señal del dolor ortodóncico por las terminaciones sensoriales del periodonto, el dolor es percibido por la corteza sensorial a través de las neuronas de tercer orden: la neurona trigeminal en el ganglio trigeminal, el núcleo caudalis trigeminal en el bulbo raquídeo y el núcleo ventroposterior en el tálamo. Diversas partes del cerebro participan en la emoción, percepción y memoria del dolor ortodóncico, entre ellas están la corteza insular, amígdala, hipocampo, locus coeruleus y el hipotálamo (21).

Al momento de aplicar fuerzas leves y persistentes en el órgano dentario, la raíz dental se mueve con repercusiones en el periodonto. Cuando se produce la compresión de los vasos sanguíneos se produce una isquemia y células del periodonto, principalmente fibroblastos, experimentan respiración anaeróbica causando una acidosis local. El ion de protones (H^+) se une a los receptores ASIC3 de las terminaciones sensoriales para generar dolor. A medida que la isquemia local avanza, mastocitos y fibroblastos liberan quimiotaxinas para reclutar leucocitos (neutrófilos y monocitos). Estos leucocitos liberan abundantes mediadores inflamatorios (bradisinina y prostaglandina) y citocinas (IL-1, Factor de Necrosis Tumoral TNF). La bradisinina y prostaglandina se unen a las terminaciones sensoriales generando sensaciones dolorosas. La liberación de citocinas amplifica la inflamación local y estimulan el proceso de la remodelación ósea. Aunado a lo anteriormente mencionado, a través del transporte anterógrado, las terminaciones nerviosas liberan mediadores neurogénicos (péptido relacionado con el gen de la calcitonina CGRP y Sustancia P) para dilatar los vasos sanguíneos, aumentar la inflamación local ocasionando la amplificación la sensación de dolor local y remodelación ósea (21).

Sustancia P

Es un péptido, en específico una taquicinina, secretado principalmente por terminaciones centrales y periféricas de las neuronas aferentes primarias. Funciona como un neurotransmisor y se ve involucrado en diversos procesos biológicos, como lo es la nocicepción e inflamación, debido a su potente efecto vasodilatador (6,22).

La fuerza mecánica ortodóncica ejercida sobre los órganos dentarios estimula las terminaciones nerviosas en el periodonto, mismas que inducirán la liberación de neurotransmisores, en particular, Sustancia P, sustancia que puede trabajar como el desencadenante principal de la cascada bioquímica que conduce la activación de células diana en el periodonto. La sustancia P puede actuar como primer mensajero sobre las células diana, o bien potenciar la liberación de otros primeros mensajeros, como lo son las prostaglandinas y citocinas (4).

Fotobiomodulación (PMB)

También llamado terapia de laser de baja potencia (LLLT) es una alternativa para el uso de analgésicos y antiinflamatorios. Dependiendo del nivel de energía y enfoque, el láser se puede clasificar en laser de alta, media y baja potencia. El LLLT es definido como un nivel de energía suficientemente bajo para no causar aumento en la temperatura más allá de 36. 5°, pero a su vez favoreciendo la circulación local en la zona aplicada. Debido a que el nivel de energía del LLLT es bajo, el efecto que este presenta es bioestimulante (11).

La acción analgésica que provee el LLLT puede ser explicada por la estimulación de células nerviosas, estabilización del potencial de membrana y la liberación de neurotransmisores en el tejido inflamado. En particular, se puede atribuir a los efectos inhibitorios en la despolarización nerviosa, en especial de las fibras C, producción de moléculas de energía (ATP) y reducción de los niveles de prostaglandinas (2,11).

3.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Dritan Turhani et al (2006), analizaron el efecto de una sola irradiación de láser de baja potencia (670 nm, 75 mW) en la percepción del dolor en pacientes que llevaran a cabo un tratamiento de ortodoncia. Dividieron en dos grupos a los pacientes participantes, en el cual al primer grupo se le aplicaron láser por 30 segundos en cada molar que tuviera separadores para banda; en el segundo grupo realizaron la misma dinámica con el láser inactivo. La percepción del dolor la evaluaron a las 6, 30 y 54 horas después de la aplicación de laser por medio de un cuestionario estandarizado contestado por el mismo paciente. Obtuvieron como resultado una reducción en la prevalencia del dolor a las 6 y 30 horas. Por lo tanto, concluyeron que el láser de baja potencia tiene efectos positivos inmediatos en pacientes a los que se le hayan colocado separadores, y también en la prevención del dolor durante el tratamiento ortodóncico(23).

Mohamed Youssef et al (2008), realizaron un estudio en el cual evaluaron el efecto de laser de diodo (GaAIAs) de baja potencia (809 nm, 100mW) en la retracción de un canino durante el movimiento dentario y el nivel de dolor durante esta mecánica. El estudio lo implementaron en pacientes que fueran necesarias extracciones de cuatro primeros premolares por falta de espacio para completa alineación, o bien ser pacientes protrusivos. La retracción de caninos la realizaron por medio de resortes de cierre prefabricados. La aplicación de laser la llevaron a cabo un solo lado de ambas arcadas, mientras que el otro lado la tomaron como grupo control. El láser lo aplicaron en los días 0, 3, 7 y 14. El resorte de retracción lo reactivaron en el día 21 en todos los cuadrantes. La distancia de retracción del canino la midieron en el día 21 con un calibrador electrónico digital y comparando cada lado de la arcada (canino superior derecho con el canino superior izquierdo; canino inferior derecho con el canino inferior izquierdo). El nivel de dolor lo registraron por medio de un cuestionario realizado al paciente. Obtuvieron como resultados que el láser de baja potencia aceleró el movimiento dentario durante el tratamiento ortodóncico, al igual que la disminución del nivel de dolor (24).

Rodrigo Duarte et al (2018), evaluaron el control del dolor después de la colocación de separadores al realizar una terapia con láser de baja potencia (808nm, 100mW 2Jcm⁻² por 15 segundos). Dividieron su población experimental en dos grupos, grupo 1: utilización de LLLT en una hemiarcada y grupo 2: la simulación de aplicación de laser en la otra hemiarcada. Durante la utilización de los separados recabaron el nivel de dolor de los pacientes por medio de una escala visual análoga a los 5 minutos, 24 y 120 horas. Después de las sesiones de evaluación realizaron la escala LIKERT para evaluar la satisfacción relacionado al uso de laser en el control del dolor. Obtuvieron como resultado una significativa reducción en el nivel de dolor y una alta satisfacción por parte de los pacientes al uso de laser(25).

Guneet Guram et al (2018), evaluaron el rol del láser de baja potencia en la duración del movimiento dental ortodóncico y la percepción de dolor. Realizaron un estudio a boca dividida en pacientes que requirieron retracción de caninos bilateral. Utilizaron el láser GaAlAs a 810nm, 5 J/cm², 0.2 W y 2Hz, aplicándolo en vestibular y palatino de los dientes por 80 segundos semanalmente por 21 días. Utilizaron una escala de dolor facial para recaudar los datos. Concluyeron que la utilización de láser de baja potencia reduce el tiempo del movimiento dental ortodóncico y la experiencia de dolor(26).

Isabela Parsekian et al (2019), compararon el efecto de una sola dosis de láser de baja potencia en la percepción de dolor en pacientes que llevaran a cabo un tratamiento de ortodoncia. Los pacientes fueron divididos en cuatro grupos: grupo I- aplicación de laser en el lado derecho, grupo II- placebo en el lado derecho, grupo III- aplicación de laser en el lado izquierdo y grupo IV-placebo en el lado izquierdo. El láser o el placebo lo aplicaron tras la colocación de los separados, 24 y 48 horas después en los molares de la arcada inferior. Concluyeron que la irradiación con láser minimiza la percepción de dolor únicamente cuando era aplicado justo después del tratamiento o separación. El ciclo del dolor observado en este estudio tuvo su pico máximo a las 24 horas para ambos grupos(16).

Gayatri Ganesh et al (2019), evaluaron el efecto de la fotobiomodulación en el dolor durante la primera fase del tratamiento ortodóncico. Los pacientes fueron divididos en dos grupos y colocaron separadores en mesial y distal de los cuatro primeros molares. El primer grupo fue irradiado con láser de diodo (980nm, 100mW) y en el segundo grupo realizaron la simulación de la aplicación de láser en cuatro puntos, papila interdental vestibular y palatina/lingual mesial y distal respectivamente por 10 segundos. Recabaron la información por medio de una escala visual análoga a los 5 minutos, 24 y 48 horas posterior a la colocación de los separadores. Obtuvieron como resultado que la primera aplicación de láser no provee alivio inmediato a diferencia de la reducción del dolor a las 24 y 48 horas(27).

Gaetano Isola et al (2019), evaluaron el efecto del láser de baja potencia de diodo en pacientes que requirieron extracción de primeros premolares y posterior retracción de caninos. Aplicaron una fuerza de 50N y utilizaron resorte cerrado para realizar la mecánica de cierre de espacio. Realizaron el estudio a boca dividida, en el lado irradiado utilizaron los siguientes parámetros: 810nm, 1W, 66.7 J/cm², 8J en los días 3, 7, 14 y cada 15 días hasta el total cierre de espacio. En el lado contrario solo realizaron la tracción del canino. Evaluaron el tiempo transcurrido hasta el cierre de espacio y el nivel de dolor relacionado con la tracción del órgano dentario utilizando una escala visual análoga en los días 3, 7 y 14 después de cada ajuste. Como resultados obtuvieron que el láser de baja potencia es efectivo en la aceleración del movimiento dental y en la reducción del nivel de dolor relacionado al movimiento dental ortodóncico(28).

Subramaniam Murugesan et al (2019), evaluaron la efectividad del láser de baja potencia en la percepción de dolor después de una activación ortodóncica. En cada paciente implementaron una fuerza de retracción de 200gm/cm² en cada lado. En el grupo de experimentación aplicaron láser de baja potencia a 980 nm y los pacientes en el grupo control recibieron una luz led roja como placebo. Registraron el nivel de dolor a la hora 0, 2, 48 y una semana utilizando una escala visual análoga. Concluyeron que una sola dosis de láser de baja potencia a 980nm, 2.5W/cm², 600J, es efectiva disminuyendo el nivel de dolor después de la activación ortodóncica(29).

Prasanna Ramaiah et al (2019), compararon y evaluaron el efecto analgésico de la aplicación de laser de baja potencia y una irradiación placebo después de la colocación del primer arco de activación en el tratamiento de ortodoncia a las 6, 12, 24, 36, 48 y 72 horas utilizando una escala visual análoga. El láser lo aplicaron a 980nm, 2W, 40J/cm² en bucal y palatino de cada diente por 20 segundos. En el grupo control realizaron la misma dinámica, pero sin irradiación. Obtuvieron como resultado la reducción significativa del dolor en la activación del primer arco de ortodoncia al aplicar láser de baja potencia(30).

Wellinton Lemos et al (2020), evaluaron el efecto de láser de baja potencia en la percepción del dolor posterior a la compresión inicial del ligamento periodontal durante el movimiento dental ortodóncico, además de la comparación de la aplicación de esta terapia en mujeres y hombres. El estudio lo realización en pacientes que requirieran la colocación de separadores en primeros molares inferiores. El láser de baja potencia lo aplicaron posterior a la colocación de los separados, en la zona mesial y distal en la región apical de los órganos dentarios (808nm, 2J, 20s, 8.32J/cm²) y en tres puntos de la raíz (808nm, 1J, 10s, 4.16 J/cm²) del primer molar (lado irradiado) comparando con el primer molar del lado contrario (lado no irradiado), en tres periodos de tiempo: 0, 24 y 48 horas. La percepción del dolor la evaluaron por medio de una escala visual análoga a las 0, 24 y 48 horas. Concluyeron que el láser de baja potencia reduce la percepción inicial de dolor tras la colocación de separadores en los primeros molares inferiores en donde existió una compresión del ligamento periodontal; y que las mujeres tuvieron una percepción mayor del dolor en los intervalos de tiempo estudiados(31).

Chong Ren et al (2020), investigaron el efecto analgésico y antiinflamatorio de la irradiación con láser de baja potencia en pacientes ortodóncicos comprometidos periodontalmente. Un lado de la arcada de estos pacientes lo pusieron bajo efecto de irradiación con láser de diodo a 940nm por 60 segundos a 8.6 J/cm², mientras que el otro lado recibió un tratamiento con pseudo-laser. El láser lo aplicaron 8 veces durante las primeras 6 semanas después de la colocación de brackets y cada mes hasta concluir el tratamiento ortodóncico. La irradiación con láser inhibió la elevación de interleucina-

1 β , prostaglandina E2, y sustancia P durante el primer mes. No detectaron una diferencia en el nivel de bacterias. Concluyeron que la aplicación de láser de baja potencia beneficia en el alivio del dolor y control de la inflamación durante los primeros estadios del tratamiento en pacientes comprometidos periodontalmente(32).

Mohammad Moaffack et al (2020), evaluaron la efectividad del láser de baja potencia en el dolor espontaneo y masticatorio después de la colocación inicial del arco de ortodoncia. El estudio lo realizaron en pacientes en los que fueran indicadas las extracciones de los primeros premolares sin la ingesta de fármacos. En el grupo de laser, los pacientes recibieron una sola dosis de láser (830 nm, 2 J/point) en 4 puntos (2 vestibulares y 2 palatinos) por cada diente maxilar anterior. Pacientes en el grupo placebo recibieron el mismo procedimiento de aplicación de laser sin ser este activado. Recabaron la información de percepción del dolor por medio de una escala análoga visual después de las 1, 6, 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del tratamiento. Concluyeron que el láser de baja potencia no es efectivo en la reducción del dolor posterior a la colocación de los arcos iniciales de ortodoncia(33).

Yesim Kaya et al (2021), compararon los efectos del ibuprofeno y la terapia de láser de baja potencia para aliviar el dolor ocasionado después de la colocación de separadores. Lo realizaron mediante el análisis de interleucina 1-beta (IL-1 β) y Sustancia P en fluido crevicular y la Escala Visual Análoga. Utilizaron láser GaAIs a 810nm, 2 J/cm², 100 mW, 10 s, aplicado en el tercio cervical de la raíz de los segundos premolares y molares. Los pacientes participantes fueron divididos en tres grupos: terapia de ibuprofeno, terapia de láser de baja potencia y grupo control. El grupo de ibuprofeno y control recibieron, respectivamente, 400 mg y una tableta de lactosa como placebo 1 hora después de la colocación de los separadores. En el grupo de láser aplicaron una sola dosis de terapia de láser de baja potencia después de la colocación de separadores. La muestra de fluido crevicular fue tomada en el día 0, 1, 3 y 7. Los niveles de IL-1 β incrementaron en el día 1, 3 y 7 comparándolo al día 0. Los niveles de sustancia P no tuvieron diferencia significativa entre los grupos. Solo los niveles de Sustancia P

disminuyeron significadamente en el grupo de ibuprofeno en el día 0 y 1, así como en las puntuaciones EVA al inicio(34).

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA / PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las investigaciones previas muestran la laserterapia como una alternativa segura y eficiente, no solo para aceleración del movimiento en humanos (35,36) sino también para alivio del dolor en etapas iniciales del tratamiento (23,37,38) y retracción de caninos (24), ajuste y finalización (1) pero no se tienen reportes de su efecto en la expresión de la sustancia P en pacientes periodontalmente sanos durante la colocación de arcos iniciales. Es aceptado que los neurotransmisores, en particular de sustancia P, tiene mediación en la respuesta biológica a la tensión mecánica aplicada a los dientes durante el tratamiento de ortodoncia (4) además que la literatura científica en ortodoncia ha hecho hincapié en la importancia de la sustancia P como mediador del dolor (5–7).

El dolor se define como una molestia física localizada en una parte del cuerpo y es causada por una excitación más o menos intensa de las fibras nerviosas sensibles. Sin embargo, es difícil de cuantificar por su dimensión subjetiva, tal como lo reportan los pacientes y diferentes autores en la literatura científica (39).

Se han investigado diferentes alternativas para aliviar el dolor durante los tratamientos de ortodoncia: ibuprofeno y naproxeno sódico (23,40), masticar chicle(41), antiinflamatorios(42), terapia preventiva con valdecoxib (43), acupuntura y técnicas de acupresión (44), ácido acetil salicílico y robecoxib (45).

La efectividad de la fotobiomodulación para el alivio del dolor se ha reportado como un método efectivo y no invasivo durante el tratamiento de ortodoncia (8–16).

Hasta el momento no se ha estudiado el efecto en la sustancia P de la PBM durante los primeros movimientos de ortodoncia.

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe diferencia significativa en el efecto sobre los niveles de sustancia P posterior a la aplicación de fotobiomodulación durante los arcos iniciales del tratamiento de ortodoncia al ser comparado con un placebo?

5. JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones previas, incluyendo revisiones sistemáticas, muestran la Fotobiomodulación como una alternativa segura y eficiente, no solo para acelerar el movimiento, sino también para alivio del dolor en todas las etapas de tratamiento (46) (13) pero se desconoce su efecto en los niveles de sustancia P en pacientes periodontalmente sanos durante la colocación de arcos iniciales.

Todas las fases del tratamiento ortodóncico pueden estar asociadas a algún grado de dolor. La intensidad de dolor expresada puede variar de individuo a individuo y pueden desencadenarse prácticamente durante todas las etapas de tratamiento.

Este ensayo clínico, aleatoriamente controlado, tendrá como propósito evaluar el efecto en la expresión de la sustancia P al aplicar fotobiomodulación para el control del dolor post activación de los arcos iniciales de Ortodoncia comparándolos con un grupo placebo.

El impacto clínico de esta investigación será identificar el papel que juegan los niveles de Sustancia P en el alivio del dolor durante la etapa inicial del tratamiento de ortodoncia.

Con esto se logrará proporcionar mayor comprensión sobre el efecto de la fotobiomodulación en el control del dolor durante los tratamientos de ortodoncia.

6. HIPÓTESIS

Hi: Los niveles de sustancia P posterior a una dosis de PBM a las 24 horas de la colocación de los arcos iniciales de Ortodoncia son diferentes.

Ho: Los niveles de sustancia P posterior a una dosis de PBM a las 24 horas de la colocación de los arcos iniciales de Ortodoncia no son diferentes.

7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el efecto de la aplicación del láser para control del dolor durante los arcos iniciales del tratamiento ortodóncico en los niveles de sustancia P en fluido crevicular, comparándolos con un grupo control.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Analizar los niveles de sustancia P en fluido crevicular antes de la colocación de los arcos iniciales, a las 24 horas e inmediatamente después de aplicar el láser terapéutico.

-Comparar los resultados en los niveles de sustancia P entre los dos grupos.

8. MÉTODOS

8.1 DISEÑO DE ESTUDIO

Experimental, longitudinal, prospectivo, analítico e *in vivo*.

8.2 MUESTRA

-Universo: Pacientes atendidos en el posgrado de Ortodoncia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla que están en la fase inicial de su tratamiento de ortodoncia.

-Muestreo: No probabilístico por conveniencia de pacientes que cumplan los criterios de inclusión.

- Asignación aleatoria.

- Tamaño de la muestra: 28 órganos dentarios (14 controles, 14 experimentales)

8.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

8.3.1 Inclusión:

- Edades de 12 a 25 años en el momento de iniciar el tratamiento.
- Pacientes sin compromiso periodontal.
- Pacientes sin enfermedades sistémicas.
- Firma del consentimiento informado con 2 testigos.
- Todos los dientes necesarios para la toma de la muestra presente en boca y sanos.

8.3.2 Exclusión:

- Pacientes que estén bajo algún medicamento durante la fase experimental.
- Pacientes con enfermedad periodontal.
- Pacientes que se encuentren en gestación.

8.3.3 Eliminación:

- Pacientes que despeguen algún bracket durante la fase experimental.

8.4 VARIABLES

Variable	Dependencia	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Estadística propuesta
Dolor	Dependiente	Una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular real o potencial o descrita en términos de tal daño	Percepción nociceptiva del tejido dañado	Cualitativa ordinal	N/A
Sustancia P	Independiente	Es un péptido, secretado por terminaciones centrales y periféricas de las neuronas aferentes primarias. Funciona como un neurotransmisor y se ve involucrado en diversos procesos biológicos.	Cuantificación por medio de Prueba ELISA	Micromolar por Espectrofotometría	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva • t de student • t pareada • ANOVA • ANOVA para medidas repetidas
Fotobiomodulación	Independiente	El uso terapéutico de la luz visible, infrarroja cercana o infrarroja, absorbida por cromóforos endógenos, desencadenando reacciones biológicas no térmicas, no citotóxicas, a través de eventos fotoquímicos o fotofísicos, que conducen a cambios fisiológicos. -WALT	Longitud de onda, potencia, tiempo	Cuantitativa por razón continua	Estadística descriptiva

Tabla No. 1. Variables Dependientes e independientes.

8.5 CONCORDANCIA Y FIABILIDAD

Se capacitó y estandarizó a la alumna por un experto y responsable de la tesis para el uso del equipo Láser Quantum ® (GaAsAl) y la realización de pruebas ELISA.

8.6 UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

Clínica del Posgrado de Ortodoncia de la BUAP, de agosto 2023 a mayo 2025.

8.7 PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN

8.7.1 SUJETOS

Los pacientes que inician su tratamiento en el posgrado de Ortodoncia y estuviesen programados para cementación de brackets metálicos, ingresaron a la aleatorización para definir en que órgano dentario se aplicaría la fotobiomodulación.

8.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO LÁSER

Láser Quantum MINI ® (GaAsAl) longitud de onda 810nm, emisión de potencia máxima 100mW.

8.7.3 METODOLOGÍA DE BOCA DIVIDIDA Y PROTOCOLO DE IRRADIACIÓN.

A todos los pacientes se les cementaron brackets metálicos autoligables con resina Enlight (Ormco Pomona, CA). Los cuatro primeros premolares (14, 24, 34 y 44) se cementaron a 1 mm menos de la posición ideal en la que debe cementarse el bracket en relación con la superficie oclusal para permitir una intrusión de 1mm. Cada paciente

tiene cuatro dientes que sirvieron de muestra y a cada diente se le asignó un número que fue ingresado a la lista de aleatorización generada en la base de datos.

De esta manera dos de sus premolares son experimentales y dos son grupo control.

Al ser el premolar de un lado control y el otro experimental, la metodología se denomina boca dividida.

Los brackets fueron reposicionados finalizando la fase experimental (a las 24 horas) lo cual no produjo ningún efecto permanente en la posición del diente ni afectará el normal desarrollo de la ortodoncia.

Durante la cita de colocación de arcos iniciales (NiTi 0.014) los dientes experimentales fueron fotobiomodulados con láser Quantum MINI (Querétaro, México) con una longitud de onda de 810 nm, por un tiempo de 20 segundos a lo largo de la superficie vestibular y 20 segundos por la superficie palatina de los dientes.

8.7.4 GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL

Se seleccionaron aleatoriamente qué premolares de cada paciente se tomarían como parte del grupo experimental y cuáles como grupo control después de incluir los números en la lista en la base de datos utilizando la función RANDOM. En ambos grupos se realizó la toma de muestra del fluido crevicular antes de cementar los brackets y a las 24 horas, sumando una tercera toma de muestra en el grupo experimental posterior a una segunda irradiación.

8.7.5 TOMA DE LA MUESTRA

La recolección de la muestra se realizó en la superficie vestibular de los dientes 14, 24,34 y 44 (un diente de cada arco pertenecientes al grupo experimental o control)(47). Inicialmente los dientes fueron lavados con abundante agua, las zonas a analizar fueron aisladas con rollos de algodón (para minimizar la contaminación con saliva) y secados con aire por 30 segundos. Las tiras de papel (Periopaper®, Harco California USA) fueron

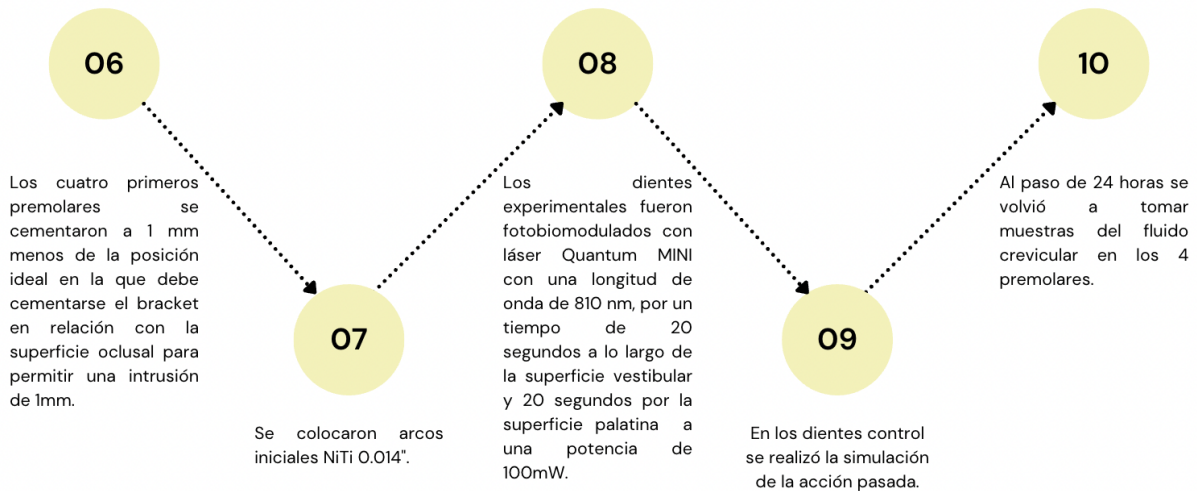
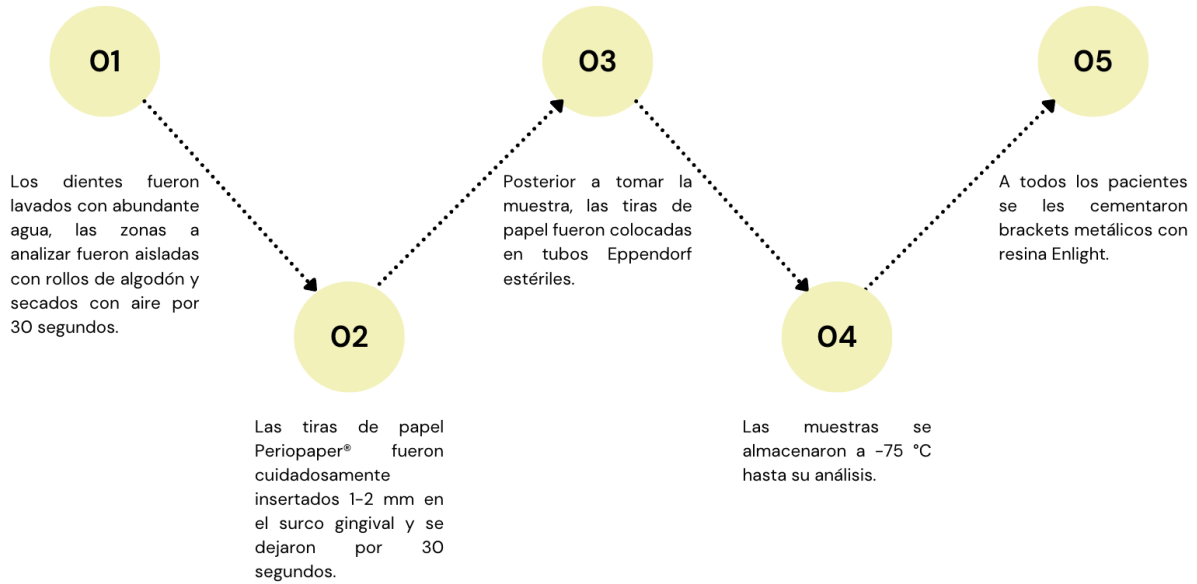
cuidadosamente insertadas 1-2 mm en el surco gingival y se dejaron por 30 segundos. Posterior a tomar la muestra, las tiras de papel fueron colocadas en tubos Eppendorf estériles (con buffer según las indicaciones del fabricante). Esta toma de muestra se realizó a las 0 y 24 horas en el grupo control y a las 0, 24 horas y posterior a una segunda aplicación de fotobiomodulación en el grupo experimental. Las muestras se almacenaron a -75 °C hasta su análisis (48).

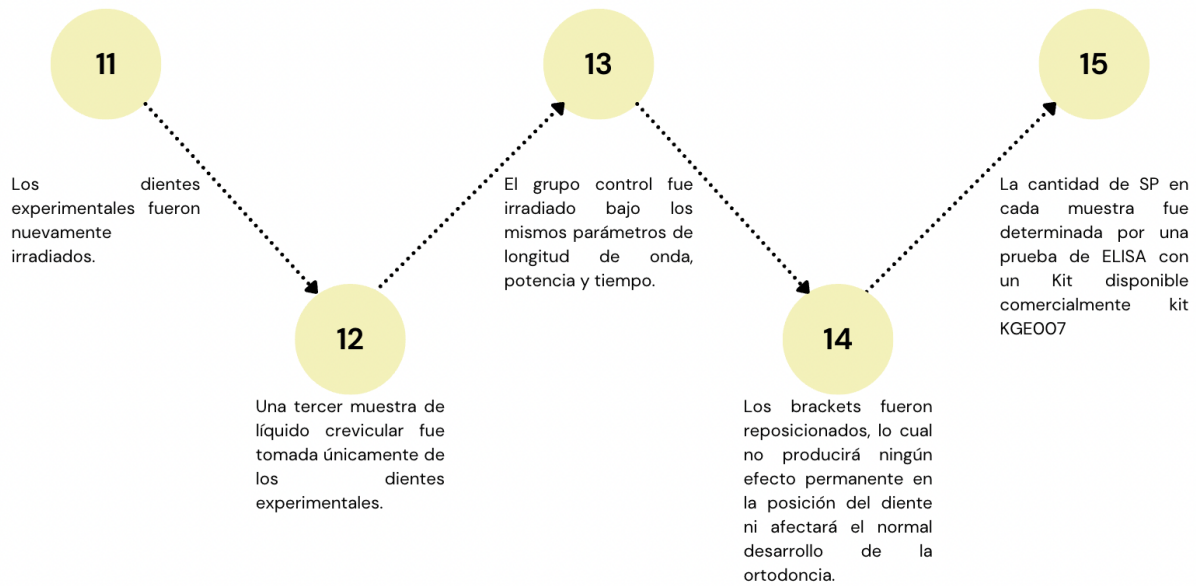
8.7.6 INMUNOPRUEBA ENZIMÁTICA

La cantidad de Sustancia P (SP) en cada muestra fue determinada por una prueba de ELISA con un Kit disponible comercialmente kit KGE007 (R & D Systems, Minneapolis, MN, USA). Por cada Kit se pueden analizar 40 muestras en duplicado es útil para 96 análisis. Los resultados son expresados en pg/ml.

8.7.7 CRONOGRAMA

Cada paciente contó con cuatro dientes muestra (14, 24, 34 y 44) y a cada diente se le asignó un número que fue ingresado a la lista de aleatorización generada en la base de datos (2 experimentales y 2 control).





9. LOGÍSTICA

9.1 RECURSOS HUMANOS

-Tesista

-Director de Tesis

-Director Metodológico

-Director Disciplinario

-Asesor Externo

-Tutor Académico

9.2 RECURSOS MATERIALES

- Láser Quantum MINI de 810nm.
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Materiales de laboratorio especializados
- Equipos de laboratorio especializados

9.3 RECURSOS FINANCIEROS

Patrocinados por el investigador CONAHCYT

10. ÉTICA Y BIOSEGURIDAD

En esta investigación al involucrar la participación de pacientes se tomó en cuenta el artículo 13 de la ley general de salud en materia de investigación para la salud; en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar, y el artículo 16, en las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice.

Así como se establece en la declaración de Helsinki artículo 100 punto IV, se contó con el consentimiento informado por escrito del sujeto en quien se realizó la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquel, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud.

En México, las normas oficiales para la investigación en salud están establecidas por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y el Consejo de Salubridad General (CSG). Estas normas proporcionan directrices y regulaciones para garantizar la ética y la integridad en la investigación en salud.

1. NOM-012-SSA3-2012: Regulación de investigaciones para la salud en seres humanos. Esta norma establece los requisitos éticos y metodológicos para la realización de investigaciones en seres humanos, asegurando el respeto a los derechos y la protección de los participantes en la investigación.

2. NOM-241-SSA1-2012: Buenas prácticas clínicas para la investigación clínica en México. Esta norma establece los principios y requisitos para llevar a cabo investigaciones clínicas en el país, asegurando la calidad, la seguridad y la confidencialidad de los datos de los participantes.

3. NOM-220-SSA1-2016: Instalación y operación de los comités de ética para la investigación en salud. Esta norma establece los lineamientos para la creación y funcionamiento de los comités de ética de investigación en salud, los cuales son responsables de evaluar y aprobar los protocolos de investigación para garantizar la protección de los derechos de los participantes.

4. NOM-035-SSA3-2012: Buenas prácticas para la información y consentimiento informado en investigación en salud. Esta norma establece los requisitos para obtener el consentimiento informado de los participantes en la investigación, asegurando que se les proporcione la información necesaria y se respete su autonomía y derechos.

11. ANALISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el programa GraphPad Prism 8.0.1. La distribución de los datos se confirmó mediante la prueba Shapiro-Wilk, la cual no siguió una distribución normal. Por lo tanto, utilizamos Mann Whitney, para la comparación de medias entre los grupos de interés. El nivel de significancia fue $p \leq 0.05$.

12. RESULTADOS

El uso de la fotobiomodulación en procedimientos médicos ha impactado de manera positiva. Por lo que el objetivo principal del presente estudio fue la de investigar el efecto en tejidos periodontales de voluntarios que inician tratamiento ortodóncico. La respuesta inmunológica es inducir inflamación como una respuesta ante un estímulo nocivo, aunque esta respuesta es necesaria en ortodoncia. Es necesario crear procedimientos que disminuyan las incomodidades de los pacientes en su proceso de corrección de malposición dental. Para lo cual se propuso el uso de aplicación de láser en 2 tiempos posteriores al inició del tratamiento, los cuales se llevaron a cabo de la siguiente manera: Se recibió al paciente, a quien se le explicó los procedimientos y además se le invitó a participar en el estudio. Una vez aceptado, firmó un consentimiento informado y se iniciaron los procedimientos.

1. Se recolectó una muestra de fluido crevicular gingival de los primeros cuatro premolares.
2. Se colocó la aparatología fija y en los dientes pertenecientes a la fase experimental se colocó el bracket 1 mm más hacia oclusal para generar un movimiento de intrusión.
3. Se irradiaron los órganos dentarios dentro del grupo experimental y se realizó la simulación en el grupo control con láser de baja potencia, y el voluntario se retiró a su casa.
4. Regresó 24 horas después y se tomó una segunda muestra de fluido crevicular gingival en los cuatro primeros premolares.
5. Se irradió nuevamente con láser de baja potencia siguiendo el mismo protocolo.
6. Se tomó una tercera muestra de fluido crevicular gingival solo de los dientes pertenecientes al grupo experimental.
7. Se realiza la recolocación de los brackets a su posición ideal para no crear interferencias a lo largo del tratamiento de ortodoncia.

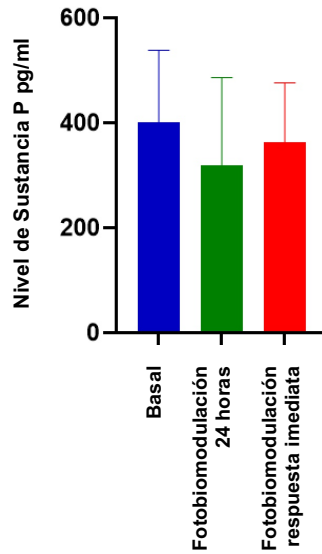
Los 7 pacientes participantes en el presente estudio fueron 85% mujeres, con edad de 15.43 ± 4.61 años (rango: 12-25 años).

Los resultados obtenidos fueron interesantes como se muestran en las gráficas No. 1 y 2.

Es apropiado apreciar que los valores basales del grupo control no siguió un patrón normal de distribución. En este grupo, la concentración basal maxilar media fue de $656.260995 \pm 247.079314$ pg/ml y mandibular de $370.878266 \pm 156.541908$ pg/ml. Al paso de 24 horas la concentración media fue de $322.485936 \pm 223.143088$ pg/ml y $296.894399 \pm 219.038039$ pg/ml respectivamente. Por otro lado, en el grupo experimental, el valor mayor fue el basal en ambas arcadas, una concentración media en maxilar de $400.014298 \pm 138.298779$ pg/ml y mandibular de 350.445507 ± 229.80979 pg/ml. Al paso de 24 horas, la concentración media redujo a $318.309893 \pm 167.7501511$ pg/ml y $296.505333 \pm 174.1066701$ pg/ml respectivamente.

No obstante, en la tercera barra en las gráficas No.1 y 2 se muestran los resultados de la concentración de Sustancia P posterior a una dosis inmediata de fotobiomodulación. Podemos observar que la media de los valores de Sustancia P en maxilar aumentó nuevamente, este no llegó a ser igual al valor basal. En cambio, en la arcada inferior, este sí sobrepasa el nivel basal. No observamos diferencia significativa.

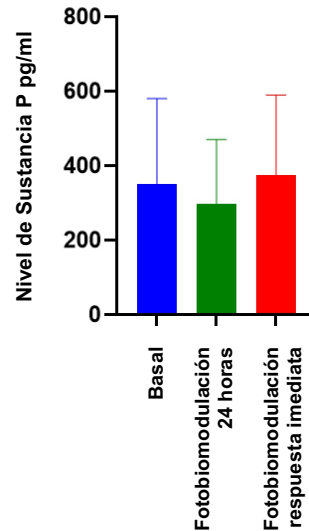
Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada maxilar bajo fotobiomodulación.



Gráfica No.1. Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada maxilar bajo fotobiomodulación.

- Concentración basal de Sustancia P del grupo experimental.
- Concentración de Sustancia P a las 24 horas de la aplicación de fotobiomodulación una vez iniciado el tratamiento de ortodoncia.
- Concentración de Sustancia P inmediatamente después de una segunda aplicación de fotobiomodulación.

Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada mandibular bajo fotobiomodulación.



Gráfica No. 2. Concentración de Sustancia P en primeros premolares en arcada mandibular bajo fotobiomodulación.

- Concentración basal de Sustancia P del grupo experimental.
- Concentración de Sustancia P a las 24 horas de la aplicación de fotobiomodulación una vez iniciado el tratamiento de ortodoncia.
- Concentración de Sustancia P inmediatamente después de una segunda aplicación de fotobiomodulación.

Se realizó una escala visual análoga (EVA) para evaluar la percepción del dolor de una forma subjetiva por parte del investigador hacia los pacientes participantes en el presente estudio, en donde 0 es sin dolor y 10 es el mayor dolor posible. Como se puede observar en la Tabla No. 2, se tomaron a consideración tres momentos. El primero fue antes de dar inicio al tratamiento de ortodoncia, pasado las 24 horas de haber iniciado el tratamiento y concluyendo en una evaluación del dolor, como una respuesta inmediata a la dosis de fotobiomodulación (810 nm, 0.1 W, 2 J por superficie, modo continuo, 20 s por superficie a 1 mm de la mucosa a lo largo de todo el trayecto radicular).

Considerando como un pico máximo de dolor, el valor obtenido a las 24 horas, una vez iniciado el tratamiento, observamos que la respuesta inmediata a la aplicación de fotobiomodulación fue favorable. Debido a que la percepción de dolor por parte del paciente disminuye en un 69.23% (EVA).

EVA – PERCEPCIÓN DE DOLOR ORTODONCIA 0-10			
PX	BASAL	24 HRS	RESPUESTA INMEDIATA A LÁSER
1	0	4	2
2	0	5	2
3	0	2	0
4	1	5	2
5	0	2	1
6	0	4	0
7	0	4	1
Promedio	0.1428	3.7142	1.1428

Tabla No. 2. Escala Visual Análoga, en donde 0 es sin dolor y 10 el mayor dolor posible.

NOTA: Paciente 4 tenía presente un plano de mordida anterior, el cual fue retirado previo a la fase experimental. Probablemente sea el motivo de que haya expresado un valor 1 en el estadio basal.

13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los tratamientos ortodónticos son requeridos para recuperar la funcionalidad del aparato estomatognático y/o mejorar el aspecto estético de la persona. Para lo cual los profesionales del área colocan aparatología fija o removible. Desafortunadamente estos tratamientos requieren tiempos prolongados de ejecución que generan inconvenientes tales como caries, reabsorción radicular, gingivitis, por mencionar algunas. Por lo que el principal objetivo de este estudio fue la de evaluar los efectos de fotobiomodulación (810nm, 0.1 W, 20 s por superficie) en tejido periodontal (a lo largo de la superficie radicular, a 1 mm de la mucosa) como lo reportó Domínguez et al. 2020.(48), en su estudio Domínguez et al., encontraron que al ocupar los mismos parámetros de irradiación por fotobiomodulación cambiaban los niveles de concentración de IL-6, semejante a lo que nosotros encontramos al evaluar la concentración de Sustancia P(6). Para comprender la relación entre ambos biomarcadores salivales nos permitimos hacer

un recordatorio breve de cómo se generan estas sustancias, como recordamos la aparatología fija ortodóncica genera tensión en los tejidos periodontales por lo cual el sistema inmunológico innato se activa generando inflamación. De modo que, ambos metabolitos se expresan en mayores cantidades en esta región anatómica. Nuestros resultados mostraron que efectivamente hay cambios en la concentración de Sustancia P 24 horas después de que el tejido fue irradiado como se describió previamente, con respecto a su concentración basal, lo cual es congruente a lo reportado por Domínguez y colaboradores. Esto quiere decir que en ambos estudios el empleo adecuado de la fotobiomodulación en tratamientos ortodónticos pudieran ser una alternativa para disminuir las sensaciones desagradables en el paciente provocado por el tratamiento.

Por otro lado, se ha reportado el uso de fármacos para tratar la inflamación inducida por el tratamiento ortodóntico como lo ha reportado Kaya et al. 2020.(34), quienes utilizaron un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) y además lo comparo con irradiación. Interesantemente ellos encontraron mejores efectos con el tratamiento farmacológico en comparación con el tratamiento físico. Sin embargo, ellos utilizaron un láser diferente, con parámetros y protocolo diferentes con respecto a nuestro estudio, lo cual podría explicar los diferentes resultados obtenidos por ellos y por nosotros. Además, Ren et al. 2019.(32), tuvieron una idea un poco diferente que consistió en tratar a pacientes periodontalmente comprometidos, para lo cual ellos primero siguieron un protocolo de terapia periodontal para disminuir las complicaciones de iniciar con ortodoncia. Una vez que consiguieron las condiciones favorables iniciaron con el tratamiento ortodóntico y tomaron muestra de esos pacientes para medir IL-1 β , IL-6, TNF- α , PGE2 y Sustancia P. Sus resultados son semejantes a los nuestros en el sentido de que la aplicación de fotobiomodulación favorece al disminuir el metabolito de nuestro interés que es la Sustancia P. No podemos decir nada con respecto a los otros metabolitos porque nuestro estudio no fue tan extenso como el suyo. Pero si nos permite sugerir que el tratamiento de los tejidos periodontales comprometidos por tratamiento ortodóntico se ven favorecidos por el tratamiento de fotobiomodulación. Todo lo mencionado anteriormente es solo al comparar la muestra basal con respecto a la

muestra recabada a las 24 horas una vez iniciado el tratamiento de ortodoncia y aplicado la terapia de fotobiomodulación.

Ahora bien, nuestro siguiente grupo de resultados fue derivado de muestras que se recolectaron posterior a una segunda dosis de láser (la forma en la que se obtuvo la muestra fue la siguiente: una vez obtenida la segunda muestra al voluntario se le dio una segunda dosis de irradiación de fotobiomodulación e instantes después se tomó la tercera muestra para evaluar el efecto inmediato del láser acompañado de una escala visual análoga EVA). Paradójicamente encontramos resultados opuestos a lo esperado en cuanto a la concentración de Sustancia P. La posible causa por lo cual encontramos una concentración mayor y no menor de Sustancia P probablemente sea debido al tiempo de respuesta del sistema inmunológico. Caso contrario, en la EVA se observa una respuesta inmediata favorable a la aplicación de fotobiomodulación ya que el paciente refiere una sensación de alivio como ya se reportó previamente en el apartado de resultados.

Al momento en el cual se genera la tensión y compresión en el ligamento periodontal durante el movimiento dental, también existe una compresión de los vasos sanguíneos generando hipoxia, liberación de radicales libres e impidiendo que el sistema linfático drene ocasionando dolor en el paciente(21). Al momento que se aplica láser, existe vasodilatación (49) por lo que esta compresión disminuye e inmediatamente el paciente percibe una sensación de alivio. Caso contrario con lo que ocurre en la célula inmunológica, su respuesta no es inmediata(49), debido a que necesita de tiempo para que el sistema inmunológico responda y pueda disminuir en su concentración y así mismo cuantificar.

Aunado a esto, la terminal axónica presente se encuentra equipada de vesículas con contenido de Sustancia P, las cuales se encuentran en una liberación tónica, debido al estímulo provocado por las mismas fuerzas ortodóncicas. Al momento en la que se aplica una segunda dosis de fotobiomodulación, los vasos sanguíneos se dilatan, aumentando los niveles de oxígeno y glucosa, mejorando el metabolismo y por otro lado,

los receptores TRPV1 se activan y permiten el paso de calcio a la neurona, generando que las vesículas se puedan unir a la membrana de una manera más efectiva, liberando así su contenido al exterior y por lo tanto aumentando los niveles de Sustancia P en el fluido crevicular gingival de forma instantánea en esos momentos (50–52).

Una limitación de este estudio fue el tamaño pequeño de la muestra (7 pacientes, 14 dientes por grupo), el bajo nivel de fuerza aplicada, ya que los pacientes fueron tratados en la etapa inicial del tratamiento ortodóntico y en casos particulares la poca muestra de fluido crevicular gingival recabado. Por lo tanto, se requieren estudios adicionales para lograr proporcionar mayor comprensión sobre el efecto de la fotobiomodulación con láser de GaAsAl de 810 nm para alivio del dolor del dental y reducción de inflamación, ya que no fue capaz de producir un cambio estadísticamente significativo en los niveles de Sustancia P en el fluido crevicular gingival.

14. CONCLUSIÓN

Se infiere que la fotobiomodulación a 810 nm, 0.1 W, 4 J y 40 s por órgano dentario si es capaz de producir cambios en la concentración de Sustancia P en el fluido crevicular gingival a las 24 horas de su aplicación durante el tratamiento ortodóntico inicial con fuerzas ligeras obtenidas con brackets autoligables. Además, que la percepción del dolor por parte de los voluntarios disminuye de una forma considerable (mediante la escala EVA).

15. REFERENCIAS

1. Domínguez A, Velásquez SA. Effect of low-level laser therapy on pain following activation of orthodontic final archwires: A randomized controlled clinical trial. *Photomed Laser Surg.* 2013 Jan 1;31(1):36–40.
2. Sfondrini MF, Vitale M, Pinheiro ALB, Gandini P, Sorrentino L, Iarussi UM, et al. Photobiomodulation and Pain Reduction in Patients Requiring Orthodontic Band Application: Randomized Clinical Trial. *Biomed Res Int.* 2020;2020.
3. Marya A, Venugopal A. The Use of Technology in the Management of Orthodontic Treatment-Related Pain. Vol. 2021, *Pain Research and Management.* Hindawi Limited; 2021.
4. Shanfeld J, Davidovitch Z, ALLEYb K. SP Immunoreactivity in the Dental Pulp and Periodontium during Tooth Movement.
5. Park CK, Bae JH, Kim HY, Jo HJ, Kim YH, Jung SJ, et al. Substance P Sensitizes P2X3 in nociceptive trigeminal neurons. *J Dent Res.* 2010 Oct;89(10):1154–9.
6. Levrini L, Sacerdote P, Moretti S, Panzi S, Caprioglio A. Changes of substance P in the crevicular fluid in relation to orthodontic movement preliminary investigation. *The Scientific World Journal.* 2013;2013.
7. Substance P immunoreactivity in periodontal tissues during orthodontic tooth movement. 1990;
8. He WL, Li CJ, Liu ZP, Sun JF, Hu ZA, Yin X, et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of orthodontic pain: A systematic review and meta-analysis. Vol. 28, *Lasers in Medical Science.* 2013. p. 1581–9.
9. Nóbrega C, Da Silva EMK, De MacEdo CR. Low-level laser therapy for treatment of pain associated with orthodontic elastomeric separator placement: A placebo-controlled randomized double-blind clinical trial. *Photomed Laser Surg.* 2013 Jan 1;31(1):10–6.
10. Shi Q, Yang S, Jia F, Xu J. Does low level laser therapy relieve the pain caused by the placement of the orthodontic separators? - A meta-analysis. Vol. 11, *Head and Face Medicine.* BioMed Central Ltd.; 2015.
11. Li FJ, Zhang JY, Zeng XT, Guo Y. Low-level laser therapy for orthodontic pain: a systematic review. Vol. 30, *Lasers in Medical Science.* Springer London; 2015. p. 1789–803.
12. Ren C, McGrath C, Yang Y. The effectiveness of low-level diode laser therapy on orthodontic pain management: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2015 Sep 13;30(7):1881–93.
13. Fleming PS, Strydom H, Katsaros C, Macdonald L, Curatolo M, Fudalej P, et al. Non-pharmacological interventions for alleviating pain during orthodontic treatment. Vol. 2016, *Cochrane Database of Systematic Reviews.* John Wiley and Sons Ltd; 2016.
14. Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrén S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: A systematic review. *BMC Oral Health.* 2016 Jul 7;17(1).
15. Eslamipour F, Motamedian SR, Bagheri F. Ibuprofen and low-level laser therapy for pain control during fixed orthodontic therapy: A systematic review of randomized controlled trials and meta-analysis. Vol. 18, *Journal of Contemporary Dental Practice.* Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2017. p. 527–33.

16. Martins IP, Martins RP, Caldas SGFR, dos Santos-Pinto A, Buschang PH, Pretel H. Low-level laser therapy (830 nm) on orthodontic pain: blinded randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2019 Mar 6;34(2):281–6.
17. Yasuda H. Discovery of the RANKL/RANK/OPG system. Vol. 39, *Journal of Bone and Mineral Metabolism*. Springer Japan; 2021. p. 2–11.
18. Boyce BF, Xing L. Functions of RANKL/RANK/OPG in bone modeling and remodeling. 2008.
19. Boyce BF, Xing L. Biology of RANK, RANKL, and osteoprotegerin. Vol. 9, *Arthritis Research and Therapy*. 2007.
20. booksmedicosorg. *Ortodoncia Contemporánea Proffit 5a Edición*.
21. Long H, Wang Y, Jian F, Liao LN, Yang X, Lai WL. Current advances in orthodontic pain. Vol. 8, *International Journal of Oral Science*. Sichuan University Press; 2016. p. 67–75.
22. Mashaghi A, Marmalidou A, Tehrani M, Grace PM, Pothoulakis C, Dana R. Neuropeptide substance P and the immune response. Vol. 73, *Cellular and Molecular Life Sciences*. Birkhauser Verlag AG; 2016. p. 4249–64.
23. Turhani D, Scheriau M, Kapral D, Benesch T, Jonke E, Bantleon HP. Pain relief by single low-level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006 Sep;130(3):371–7.
24. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: A preliminary study. *Lasers Med Sci*. 2008 Jan;23(1):27–33.
25. Farias RD, Motta RH. Low-level laser therapy for controlling pain in orthodontic patients during the use of elastic separators: Randomized clinical trial. *Laser Phys Lett*. 2018 Sep 1;15(9).
26. Guram G, Reddy R, Dharamsi A, Syed Ismail P, Mishra S, Prakashkumar M. Evaluation of Low-Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Randomized Control Study. *Contemp Clin Dent*. 2018 Jan 1;9(1):105–9.
27. Ganesh G, Tripathi T, Rai P, Kanase A. Effect of photobiomodulation on pain perception secondary to separator placement. *Lasers Dent Sci*. 2019 Jun 1;3(2):111–7.
28. Isola G, Matarese M, Briguglio F, Grassia V, Picciolo G, Fiorillo L, et al. Effectiveness of low-level laser therapy during tooth movement: A randomized clinical trial. *Materials*. 2019 Jul 1;12(13).
29. Prasad SMV, Prasanna TR, Kumaran V, Venkatachalam N, Ramees M, Abraham EA. Low-level laser therapy: A noninvasive method of relieving postactivation orthodontic pain—a randomized controlled clinical trial. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(6):S228–31.
30. Ramaiah PT, Thomas T, Hanumanthaiah S, Dakshina CK, Sabu JK, Subramonia S. Use of single-dose low-level laser therapy for pain control on initial archwire activation of orthodontic appliance: A randomized control clinical trial. *World Journal of Dentistry*. 2019 May 1;10(3):214–8.
31. RUMÃO WL, VALDRIGHI HC, FURLETTI VF, GOUVÊA GR, SANTAMARIA-JR M. Influence of photobiomodulation on pain perception during initial orthodontic tooth movement. *Rev Odontol UNESP*. 2020;49.
32. Ren C, McGrath C, Gu M, Jin L, Zhang C, Sum FHKMH, et al. Low-level laser-aided orthodontic treatment of periodontally compromised patients: a randomised controlled trial. *Lasers Med Sci*. 2020 Apr 1;35(3):729–39.

33. Alsayed Hasan MMA, Sultan K, Ajaj M, Voborná I, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in reducing initial orthodontic archwire placement pain in premolars extraction cases: A single-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2020 Jul 20;20(1).
34. Kaya Y, Alkan Ö, Kömüroglu AU, Keskin S. Effects of ibuprofen and low-level laser therapy on orthodontic pain by means of the analysis of interleukin 1-beta and substance P levels in the gingival crevicular fluid. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2021 May 1;82(3):143–52.
35. Camacho AD, Montoya Guzmán D, Velásquez Cujar SA. Effective Wavelength Range in Photobiomodulation for Tooth Movement Acceleration in Orthodontics: A Systematic Review. Vol. 38, *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. Mary Ann Liebert Inc.; 2020. p. 581–90.
36. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study. *Lasers Surg Med*. 2004;35(2):117–20.
37. Tortamano A, Lenzi DC, Haddad ACSS, Bottino MC, Dominguez GC, Vigorito JW. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009 Nov;136(5):662–7.
38. Fujiyama K, Deguchi T, Murakami T, Fujii A, Kushima K, Takano-Yamamoto T. Clinical effect of CO2 laser in reducing pain in orthodontics. *Angle Orthodontist*. 2008 Mar;78(2):299–303.
39. Krishnan V. Orthodontic pain: from causes to management--a review. Vol. 29, *European journal of orthodontics*. 2007. p. 170–9.
40. Steen SL, Southard KA, Alan S, Logan HL, Jakobsen JR. An evaluation of preoperative ibuprofen for treatment of pain associated with orthodontic separator placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(6):629–35.
41. Mohri Y, Fumoto M, Sato-Suzuki I, Umino M, Arita H. Prolonged rhythmic gum chewing suppresses nociceptive response via serotonergic descending inhibitory pathway in humans. *Pain*. 2005 Nov;118(1–2):35–42.
42. Paganelli C. Pharmacological support during orthodontic therapy with a topical anti-inflammatory. *Minerva Stomatol*.
43. Young AN, Taylor RW, Taylor SE, Linnebur SA, Peter ;, Buschang H. Evaluation of Preemptive Valdecoxib Therapy on Initial Archwire Placement Discomfort in Adults. Vol. 76, *Angle Orthodontist*. 2006.
44. Graphics Inc P. Acupuncture and Acupressure Techniques for Reducing Orthodontic Post-adjustment Pain. 2005.
45. Sousa MVS, Pinzan A, Consolaro A, Henriques JFC, De Freitas MR. Systematic literature review: Influence of low-level laser on orthodontic movement and pain control in humans. Vol. 32, *Photomedicine and Laser Surgery*. Mary Ann Liebert Inc.; 2014. p. 592–9.
46. Zhi C, Wang T, Guo Z, Liu D, Duan X, Yu X, et al. The Optimal Energy Density of Photobiomodulation Therapy in Decreasing Orthodontic-Related Pain: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. <https://home.liebertpub.com/photob> [Internet]. 2021 Oct 18 [cited 2023 Jun 5];39(10):642–53. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/photob.2021.0071>

47. Offenbacher S, Odle BM, Van Dyke TE. The use of crevicular fluid prostaglandin E2 levels as a predictor of periodontal attachment loss. Vol. 21, *Journal of Periodontal Research*. 1986.
48. Domínguez A, Payán X, Dipp FA, Castillo BE. Photobiomodulation with 940 nm laser diode: effect on the interleukin 6 expression after orthodontic initial archwire activation. *Lasers Dent Sci*. 2021 Mar 1;5(1):35–41.
49. Domínguez Camacho A, Bravo Reyes M, Velasquez Cujar SA. A systematic review of the effective laser wavelength range in delivering photobiomodulation for pain relief in active orthodontic treatment. Vol. 18, *International Orthodontics*. Elsevier Masson s.r.l.; 2020. p. 684–95.
50. Yong J, Gröger S, Von Bremen J, Martins Marques M, Braun A, Chen X, et al. Photobiomodulation therapy assisted orthodontic tooth movement: potential implications, challenges, and new perspectives. Vol. 24, *Journal of Zhejiang University: Science B*. Zhejiang University; 2023. p. 957–73.
51. Asan MF, Babu GS, Castelino RL, Rao K, Pandita V. Applications of Photobiomodulation Therapy in Oral Medicine—A Review. *European Journal of Therapeutics* [Internet]. 2021 Jul 7;27(2):177–82. Available from: <https://eurjther.com/index.php/home/article/view/77>
52. Cao E, Cordero-Morales JF, Liu B, Qin F, Julius D. TRPV1 Channels Are Intrinsically Heat Sensitive and Negatively Regulated by Phosphoinositide Lipids. *Neuron*. 2013 Feb 20;77(4):667–79.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA MAESTRÍA EN TERMINAL EN ORTODONCIA

CONSENTIMIENTO VÁLIDO INFORMADO

Yo _____ como paciente y _____ como su representante legal en pleno uso de mis facultades mentales, libre y voluntariamente, declaro que he sido debidamente informado(a) del proyecto de tesis de la alumna de la maestría en terminal en Ortodoncia de la misma universidad con nombre de **Liliana López Anaya** con título "**Efecto de la fotobiomodulación en la expresión de Sustancia P durante el control del dolor post activación de los arcos iniciales de Ortodoncia**" para la participación en el estudio, el cual consiste en: realizar una recolección de muestra de fluido crevicular antes de la primera activación con el primer arco y a las 24 horas después de ello. A través del presente expreso mi consentimiento y autorización para:

- a. Proporcionar los datos necesarios para las pruebas.
- b. Evaluación de los datos obtenidos de las muestras de fluido crevicular.
- c. Ser sometido a una terapia de fotobiomodulación con láser.
- d. Estoy en el entendido que este estudio no representa ningún riesgo para la salud.

Para los fines antes mencionados, estoy de acuerdo que la alumna **Liliana López Anaya** de la clínica de Ortodoncia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, recabe, utilice y conserve mis datos personales de carácter médico, por lo que la BUAP no podrá utilizar o difundir tales datos para propósitos distintos de los aquí autorizados.

Hago constar que no recibiré ningún beneficio económico y que se me ha dejado en claro que puedo tomar la decisión de dejar de participar en dicho proyecto en el momento que yo decida sin que esto repercuta en el trato hacia mi persona, ni en la atención a mi salud bucal. Me comprometo a cumplir las instrucciones que se me han dado, tanto en forma verbal como escrita.

Declaro que no tengo duda y doy mi consentimiento para la participación en el estudio.

Firma del Paciente

Firma del Tutor legal

Firma del Investigador

Firma del Testigo

Firma del Testigo

Lugar y Fecha



MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN ORTODONCIA

“EFECTO DE LA FOTOBIMODULACIÓN EN LA EXPRESIÓN DE SUSTANCIA P DURANTE EL CONTROL DEL DOLOR POST ACTIVACIÓN DE LOS ARCOS INICIALES DE ORTODONCIA”

Paciente: _____

Escala analógica visual

Califica tu dolor o señala la cara que describe cómo te sientes

