Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Odontología
Unidad de Posgrado

Efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Estomatología

AUTOR

Elva Esther HUATUCO DEL SOLAR

ASESOR

Mg. Luciano Carlos SOLDEVILLA GALARZA

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huatuco E. Efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2025.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Elva Esther Huatuco Del Solar
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45267050
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-7390-5385
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Luciano Carlos Soldevilla Galarza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08757896
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5939-4644
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Dra. Martha Cecilia Rodriguez Vargas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25829295
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mg. Fredy William Mas Gáslac
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40063269
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Mg. César Ivanovish Franco Quino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	70516067
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Luciano Carlos Soldevilla Galarza
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	08757896
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.3.3.1. Terapia de las enfermedades y alteraciones estomatológicas.
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz" País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Jesús María Manzana y lote: Cuadra 26 Calle: Avenida Brasil Latitud: -12.084270390322096 Longitud: -77.0606947391351
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 – noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina Oral https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

Facultad de Odontología
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UNIDAD DE POSGRADO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA N° 007-FO-UPG-2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL DE TESIS
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN ESTOMATOLOGÍA

Siendo las 12:00 horas del día martes 04 de marzo de dos mil veinticinco, en el Auditorio "Horacio Wells" de la Facultad de Odontología, el Jurado de Sustentación conformado por los docentes:

- Presidenta : Dra. Martha Cecilia Rodriguez Vargas
- Miembro : Mg. Fredy William Mas Gáslac
- Miembro : Mg. César Ivanovish Franco Quino
- Asesor : Mg. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: **EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA,** presentada por la Bach. **ELVA ESTHER HUATUCO DEL SOLAR,** egresada del programa de **Maestría en Estomatología,** desarrollado en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Odontología.

Concluida la sustentación, los miembros del jurado procedieron a formular sus preguntas las que fueron absueltas por la graduanda. Acto seguido se procedió con la evaluación correspondiente. En forma colegiada, el jurado asignó la calificación de:

Veinte	20	Aprobado por excelencia
Letras	Números	Escala

Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Jurado de Sustentación recomienda al Consejo de Facultad **apruebe el otorgamiento del grado de Magíster en Estomatología a doña ELVA ESTHER HUATUCO DEL SOLAR.**

Siendo las _____ horas, se levantó la sesión. Se deja constancia del acto, mediante las firmas del Jurado de Sustentación y asesor del trabajo académico en la presente acta.

Dra. Martha Cecilia Rodriguez Vargas
Presidenta

Mg. Fredy William Mas Gáslac
Miembro

Mg. César Ivanovish Franco Quino
Miembro

Mg. Luciano Carlos Soldevilla Galarza
Miembro Asesor

Nota: La calificación se consigna en letras, números y nivel, de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado.
El resultado de la calificación de la sustentación de tesis corresponderá a uno de los siguientes niveles:

20	Aprobado por excelencia
18 - 19	Aprobado por destacado
16 - 17	Aprobado por logro
14 - 15	Aprobado
00 - 13	Desaprobado

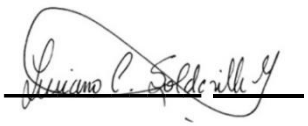
El promedio de la calificación con fracción de 0.5 o más, se redondea al entero inmediato superior.

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Mg. Luciano Carlos Soldevilla Galarza** en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N° 0103-FO-UPG-2022 de la tesis , cuyo título es **"EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA"** presentado por la **Bachiller Elva Esther Huatuco Del Solar** , para optar el Grado Académico de **Magíster en Estomatología**

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **14 % de similitud**, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor 

DNI: 08757896

Nombres y apellidos del asesor:

Mg. Luciano Carlos Soldevilla Galarza



DEDICATORIA

A mi madre , por siempre alentarme a perseguir cada sueño hasta convertirlo en realidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Mg. Luciano Carlos Soldevilla Galarza , asesor de esta tesis, por su guía y apoyo en cada peldaño para su elaboración.

A la Dra. Martha Cecilia Rodriguez Vargas, por su excelente enseñanza en la Maestría en la UNMSM y su permanente apoyo en la elaboración del presente estudio.

A toda la plana docente de la Maestría en Estomatología de la UNMSM por brindarrme sus amplios conocimientos y enrumbarme en el emocionante sendero de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática 1
1.2. Formulación del Problema 3
1.3. Justificación del estudio 4
1.4. Objetivos 5
1.4.1. Objetivo general
1.4.2. Objetivos específicos

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación 6
2.2. Antecedentes de investigación 6
2.3. Bases Teóricas 19

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general 31
3.2. Hipótesis específicas 31
3.3. Identificación de variables 31
3.4. Operacionalización de variables 32

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1. Comité de Ética 33
4.2. Tipo y Diseño de Investigación 33
4.3. Población de estudio 33
4.4. Unidad de análisis 33
4.5. Tamaño de muestra 34
4.6. Selección de muestra 34
4.7. Técnicas de recolección de datos 35
4.8. Análisis e interpretación de la información 37

CAPITULO 5: RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados 39
5.2. Presentación de hipótesis 42

CAPITULO 6: DISCUSIÓN 52

CONCLUSIONES 55

RECOMENDACIONES 56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57
ANEXOS 62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Intensidad de dolor en T0, T1, T2, T3 y T4 por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija. 39

Tabla 2. Movimiento dentario ortodóncico en T0, T1, T2, T3 y T4 por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija. 41

Tabla 3. Comparación de la intensidad de dolor entre los grupos de intervención en los diferentes tiempos de evaluación. 43

Tabla 4. Diferencia entre el dolor inicial y final entre los grupos de intervención. 45

Tabla 5. Diferencia entre los tiempos de la intensidad de dolor por grupo de intervención. 45

Tabla 6. Comparación de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico entre los grupos de intervención en los diferentes tiempos de evaluación. 47

Tabla 7. Distancia recorrida por el canino entre los grupos de intervención. 49

Tabla 8. Distancia recorrida por el canino en cada semana entre los grupos de intervención. 49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ángulo de contacto y ángulo crítico en estado pasivo y activo del alambre. 29

Figura 2. Ángulo de contacto, ángulo crítico y ángulo de muesca. 30

Figura 3. Intensidad de dolor en el tiempo por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”,2024. 40

Figura 4. Variación de la Magnitud del Movimiento dentario ortodóncico en el tiempo por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”,2024.,2024. 42

RESUMEN

Objetivo. Determinar el efecto fotobiomodulador del láser de diodo de baja potencia en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija.

Método. Ensayo clínico controlado aleatorizado en paralelo, aprobado por el Comité de Ética del Hospital Nacional PNP “Luis N. Sáenz”. La muestra estuvo compuesta por veinticuatro pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar , con necesidad de tratamiento de distalización de caninos por exodoncia de primeras premolares que se dividieron en grupos experimental y control. Al grupo experimental se trató con un dispositivo de distalización ortodóncico y se aplicó láser de bajo nivel ,Therapy EC (DMC), λ: 808 nm y 100 Mw, en 10 puntos de irradiación ubicados en la zona vestibular (05 puntos) y palatino (05 puntos), distribuidos en : 1/3 radicular cervical, 1/3 radicular medio , 1/3 radicular apical y 02 puntos de irradiación a nivel de las crestas óseas del canino (papila interdental mesial y distal) en una dosis de 2J por un lapso de 20 segundos por punto. Las irradiaciones fueron al terminar la activación del distalizador ortodóncico, a la 1°, 2°, 3° y 4° semana. Al grupo control se trató con el dispositivo de distalización ortodóncico y tratamiento simulado e inactivo de láser.

Resultados. La aplicación de láser, disminuyó significativamente la intensidad de dolor en el grupo experimental en 4.5(1.50) puntos de acuerdo a la EVA en comparación con el grupo control que disminuyó solo 2 (1.00) puntos desde T0 hasta T4, con un $p<0.05$ mediante la Prueba U-Mann Whitney. Asimismo, para el movimiento dentario ortodóncico se obtuvo que la distancia en milímetros que recorrió el canino en el Grupo experimental 2.50(0.70) fue mayor que la distancia que recorrió el canino en el Grupo Control 0.45(0.25). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p<0.05$), mediante la Prueba U-Mann Whitney.

Conclusión. El láser de baja potencia disminuyó el dolor asociado al tratamiento ortodóncico y aceleró el movimiento dentario ortodóncico.

PALABRAS CLAVE: Fotobiomodulación, láser de bajo nivel, dolor, movimiento dentario ortodóncico.

ABSTRACT

Objective. To determine the photobiomodulatory effect of low-power diode laser on pain and magnitude of tooth movement in adult patients with fixed orthodontic treatment.

Method. Parallel randomized controlled clinical trial, approved by the Ethics Committee of the PNP “Luis N. Sáenz” National Hospital. The sample was made up of twenty-four adult patients from the Orthodontics and Maxillary Orthopedics Service, in need of canine distalization treatment by extraction of first premolars who were divided into experimental and control groups. The experimental group was treated with an orthodontic distalization device and a low-level Therapy EC (DMC) laser, λ: 808 nm and 100 Mw, was applied to 10 irradiation points located in the vestibular area (05 points). and palatal (05 points), distributed in: 1/3 cervical root, 1/3 middle root, 1/3 apical root and 02 irradiation points at the level of the bony crests of the canine (mesial and distal interdental papilla) in one dose of 2J for a period of 20 seconds per point. The irradiations were at the end of the activation of the orthodontic distalizer, at the 1st, 2nd, 3rd and 4th week. The control group was treated with the orthodontic distalization device and sham and inactive laser treatment.

Results. The application of laser significantly decreased the pain intensity in the experimental group by 4.5(1.50) points according to the VAS compared to the control group, which decreased only 2 (1.00) points from T0 to T4, with a $p<0.05$ using the U-Mann Whitney Test. Likewise, for orthodontic tooth movement it was found that the distance in millimeters that the canine traveled in the experimental Group 2.50 (0.70) was greater than the distance that the canine traveled in the Control Group 0.45 (0.25). This difference was statistically significant ($p<0.05$), using the U-Mann Whitney Test.

Conclusion. The low-power laser decreased the pain associated with orthodontic treatment and accelerated orthodontic tooth movement.

KEYWORDS: Low-Level Light Therapy, pain, orthodontic tooth movement.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

La Ortodoncia es la especialidad odontológica que tiene como objetivos: prevenir, diagnosticar y tratar las anomalías de las estructuras dentales y maxilofaciales, siendo una de ellas las maloclusiones dentales, las cuales son definidas como la mala relación de los arcos dentales por factores genéticos y ambientales. (Bravo Rivera et al., 2019)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la maloclusión dental ocupa el tercer lugar en las patologías bucales después de la caries dental y la enfermedad periodontal afectando al 70% de la población considerándose un problema de salud dental público que tiene una alta prevalencia y necesidad de tratamiento.(Magallanes-Reyes et al., 2021)

El tratamiento de las maloclusiones dentales incluye múltiples aparatologías cuya indicación dependerá del caso específico a corregir, siendo una de ellas la colocación de aparatología ortodóncica fija (vestibular) en la que mediante el pegado de brackets se procede a realizar el alineamiento, nivelación, cierre de espacios y acabado del tratamiento ortodóncico.

Es durante las fases iniciales del tratamiento ortodóncico: alineamiento, nivelación y sobre todo en la etapa de distalización de caninos en una terapia con extracciones de premolares, que suceden la mayor cantidad de cambios histoquímicos celulares tales como: aparición de abundantes citocinas inflamatorias, síntesis de prostaglandinas y factores de crecimiento que originan los procesos de aposición y reabsorción ósea, los cuales producen el movimiento ortodóncico , mejoran la relación oclusal pero ocasionan efectos colaterales en los pacientes durante los

meses de tratamiento, siendo éstos: la aparición de dolor asociado a la Ortodoncia y la larga duración del tratamiento.(Cabrera, 2021)

Existen diferentes alternativas terapéuticas para mejorar esta problemática asociada a los tratamientos ortodóncicos, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) para manejo de dolor o procedimientos quirúrgicos para acelerar el movimiento ortodóncico como las corticotomías, pero se sabe que pueden retrasar el movimiento ortodóncico y resultar ser técnicas muy invasivas, respectivamente. (Bakdach & Hadad, 2020)

Actualmente se investigan terapias más conservadoras, una de ellas es el tratamiento con láser de diodo de baja potencia, quien posee efectos antiinflamatorios, analgésicos y de cicatrización debido a la fotobiomodulación, caracterizada por el uso de radiación de baja energía para evitar los efectos del calor aplicado. Después de ser absorbido por las moléculas diana, ejerce un efecto fotoquímico y desencadena procesos biomodulatorios del metabolismo celular. (Cabrera, 2021; Qamruddin et al., 2021)

Así pues , el láser de diodo de baja potencia tendría gran utilidad en las diversas especialidades odontológicas, por la modulación inflamatoria, efecto analgésico, cicatrizante y de reparación de tejidos, sobre todo en el campo de la ortodoncia a fin de aminorar el dolor producido por las fuerzas ortodóncicas durante las fases iniciales de tratamiento , el cual se origina como consecuencia de fuerzas compresivas que provocan isquemia, inflamación y edema en los tejidos del periodonto.(Gil et al., 2020)

Asimismo, la fotobiomodulación del láser normaliza la microcirculación, mejora la oxigenación en las células. activa la fagocitosis, favorece la modulación inflamatoria y estimula la proliferación de células que aumentan la capacidad de reparación ósea. Este efecto acelera aún más el movimiento dentario debido a la proliferación y diferenciación de células especiales como osteoblastos, osteoclastos y fibroblastos pluripotentes, provocando un efecto regenerador estimulante, síntesis ósea, de colágeno y remodelado vascular. Por tal motivo, el efecto fotobiomodulador del Láser de diodo de baja potencia y su aplicación en

dosis repetidas alrededor de los dientes tratados con Ortodoncia aceleraría el remodelado del hueso alveolar acortando la duración (tiempo) del tratamiento ortodóncico. (Cabrera, 2021; Qamruddin et al., 2021; Sant'Anna et al., 2017)

En consecuencia, el dolor y el largo tiempo de tratamiento ortodóncico son los motivos de preocupación más comunes del ortodoncista ya que representan las consultas más frecuentes de los pacientes con aparatología ortodóncica fija.

En el Servicio de Ortodoncia del Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz" existen cada vez más pacientes tratados con aparatología ortodóncica fija, los cuales necesitan tener más alternativas terapéuticas y conservadoras ante las molestias causadas por el dolor, la inflamación y el tiempo prolongado del tratamiento de Ortodoncia.

En este contexto, algunos investigadores han evaluado la efectividad del láser de diodo de baja potencia obteniéndose excelentes resultados donde los AINES han mostrado efectos adversos retardando el movimiento dentario ortodóncico y las corticotomías resultaron ser técnicas muy invasivas. Sin embargo existen muchos vacíos relacionados a este efecto fotobiomodulador del láser que necesitan ser estudiados con mayor detalle, tales como: no se han encontrado diferencias significativas en algunos estudios experimentales en los grupos que recibieron láser y el grupo control, no se ha evaluado los beneficios del láser en una población peruana que reciba tratamiento ortodóncico, no se ha determinado el tipo de láser que brinde mejores resultados, no se ha estandarizado una dosis específica para su aplicación y tampoco determinado los puntos específicos de irradiación, lo cual permitiría tener un protocolo de aplicación más seguro y efectivo.

1.2. Formulación del Problema

¿Tiene efecto fotobiomodulador el láser sobre el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija?

1.3. Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación tiene importancia teórica dado que aporta nuevos conocimientos referente a una nueva alternativa terapéutica para abordar los dos (02) problemas principales motivos de consulta del paciente con ortodoncia fija: el dolor y la duración prolongada del tratamiento, los cuales aquejan a los pacientes y dificultan la atención por parte del ortodoncista. De tal manera que este estudio explora otras alternativas para hacer frente a esta situación problemática, utilizando para su resolución el Láser de diodo de baja potencia, el cual ha demostrado su efectividad debido a la fotobiomodulación que posee cuando actúa sobre células diana del organismo produciendo efectos analgésicos, cicatrizantes, antiinflamatorios y de proliferación celular acelerando el movimiento dental ortodóncico y reduciendo los síntomas de dolor en los pacientes.

Asimismo, tiene una importancia práctica puesto que la aplicación del láser se presenta como una alternativa terapéutica más conservadora que puede ser aplicable en los consultorios, clínicas y hospitales que atienden pacientes con ortodoncia fija a fin de poder ofrecer a los pacientes un mejor servicio odontológico.

Así también el presente estudio tiene una relevancia social porque al demostrar el efecto fotobiomodulador del láser en los pacientes del Hospital PNP “Luis N. Sáenz” se ofrecerá un mejor servicio ortodóntico elevando el grado de satisfacción al ser tratados con las menores molestias posibles y logrando resultados positivos en un lapso de tiempo menor. Por lo anteriormente expuesto, los estudios en esta materia deben

de proseguir para establecer un protocolo certero y eficaz para abordar estos inconvenientes suscitados en los tratamientos de ortodoncia.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar el efecto fotobiomodulador del láser de diodo de baja potencia en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la intensidad del dolor pre y post administración del láser, después de la colocación del dispositivo ortodóncico de distalización.
- Comparar las intensidades del dolor antes y después de la administración del láser, posterior a la colocación del dispositivo de distalización ortodóncico.
- Determinar la magnitud del movimiento dentario ortodóncico después de la administración del láser y posterior a la colocación del dispositivo ortodóncico de distalización.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

El presente trabajo se enmarca en la corriente filosófica positivista pues presenta una concepción experimental, manipulable de las interrogantes y/o las hipótesis en forma de propuestas supeditadas a pruebas empíricas (controles). Las observaciones y las hipótesis de esta investigación están orientadas hacia el conocimiento de los hechos y hacia la experiencia científica, lo que encaja en el núcleo conceptual de la ciencia positiva.

2.2. Antecedentes de investigación

Belío Reyes y col. (2017) en su investigación titulada "Aplicación de láser terapéutico en algunos movimientos ortodónticos" evaluó mediante radiografías, el espesor del ligamento periodontal y el dolor al comienzo de la terapia ortodóntica luego de la aplicación del láser infrarrojo de 810 nm mensualmente en un lapso de tres meses. Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y cuasiexperimental mediante muestreo no probabilístico, evaluándose a diez (10) pacientes de la Clínica de Ortodoncia y Ortopedia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; se efectuaron doscientas (200) medidas en incisivos 1.1 y 1.2 (grupo láser); y 21 y 22 (control). Se tomaron radiografías periapicales mediante el programa Motic Advance 3V a fin de tomar las medidas del grosor del ligamento periodontal. La Escala visual análoga (EVA) fue usada como instrumento para medir la percepción dolorosa. Se obtuvieron los resultados siguientes: en los dientes tratados con láser, el ancho del ligamento periodontal se incrementó considerablemente 0.719 µm del

primer al segundo mes, y disminuyó 0.648 µm en el tercer mes. En el grupo control, el grosor del ligamento periodontal se incrementó en promedio 1.011 µm , no habiendo alteración significativa en el tercer mes. La percepción de dolor en los dientes del grupo control según la escala EVA tuvo como promedio 3.7 ± 3.2 en el primer mes, y 2.3 ± 2.3 en el segundo mes; en cambio en la zona donde se aplicó láser, la medida en promedio fue de 2.9 ± 2.8 en la primera medición y 1.4 ± 1.2 en la segunda. Se concluyó que el espacio del ligamento periodontal disminuyó significativamente, después de la aplicación del láser en comparación al grupo control. La percepción dolorosa en promedio, se redujo en ambos grupos durante el primer y segundo mes de tratamiento.

Matarese y col. (2018) en su estudio titulado “Evaluation of Low-Level Laser Therapy with Diode Laser for the Enhancement of the Orthodontic Tooth Movement: a Split-Mouth Study”, evaluaron los efectos de la irradiación con láser de diodo de bajo nivel en el movimiento dental ortodóncico de caninos sometidos a retracción inicial. Veinticuatro caninos mandibulares fueron retraídos usando un resorte de NiTi (fuerza de 150 g/lado). Doce de ellos fueron irradiados con un láser de diodo de 980 nm y longitud de onda de 810 nm (1 W de potencia de salida, onda continua de 66,7 J/cm2) equipado con una Fibra óptica de 0,6 mm en modo de onda continua. La retracción de caninos se logró a través de los resortes helicoidales prefabricados. Se eligió el lado derecho de la mandíbula para la aplicación del láser y el lado izquierdo fue el control, sin aplicación de láser. El láser fue aplicado con intervalos de 0, 3, 7 y 14 días. La retracción de caninos fue medida con un calibrador electrónico digital, mientras que el nivel de dolor se indicó mediante un cuestionario al paciente. Se concluyó que la velocidad del movimiento de dientes resultó mayor de forma significativa en el grupo láser que en el grupo control. Asimismo, el dolor disminuyó notoriamente en el grupo de láser, encontrándose que la aplicación láser de diodo aceleró en gran medida el movimiento de los dientes durante la terapia ortodóntica y redujo eficazmente el nivel de dolor.

Wu y col. (2018) en su estudio titulado “Effect of low-level laser therapy on tooth-related pain and somatosensory function evoked by orthodontic treatment”, evaluó el efecto de la Laserterapia de bajo nivel sobre la percepción dolorosa y la sensibilización somatosensorial inducida por el tratamiento de ortodoncia. La metodología de la investigación dividió aleatoriamente a cuarenta pacientes programados para recibir tratamiento de ortodoncia, en dos grupos : Grupo Láser (20 pacientes) y Grupo Placebo (20 pacientes). El primer grupo recibió láser de diodo de galio-aluminio-arsénico de 810 nm con una potencia de 400 mW a 2 J/cm² a las 0 h, 2 h, 24 h, 4 d y 7 d después del tratamiento, en modo continuo, mientras que el segundo grupo recibió tratamiento inactivo en los mismos puntos de tiempo. En ambos grupos, el lado no tratado sirvió como control. Se probó una escala de calificación numérica de dolor, umbrales de dolor por presión (PPT), umbrales de detección de frío (CDT), umbrales de detección de calor (WDT), umbrales de dolor por frío (CPT) y umbrales de dolor por calor (HPT) en ambos lados en la encía y el canino. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de ANOVA . La percepción dolorosa fue significativamente más baja en el grupo de Láser (P=0,01). Los CDT, CPT, WDT, HPT y PPT en la encía y los PPT en el canino fueron significativamente menos sensibles en el grupo láser en relación al Grupo placebo (P < 0,033). Se concluyó que una aplicación repetida de láser de diodo de galio-aluminio arsénico de 810 nm redujo significativamente las puntuaciones de dolor y la sensibilización de los tejidos periodontales y gingivales provocados por el tratamiento de ortodoncia. Así también, el efecto también se extendió al lado contralateral en la región del trigémino, pero no en la región extratrigeminal, lo que indicó que la terapia de Láser de diodo de baja potencia puede tener cierto grado de efectos bilaterales dentro de la región orofacial.

Fernandes y col. (2019) en su investigación titulada “Photobiomodulation increases intrusion tooth movement and modulates IL-6, IL-8 and IL-1β expression during orthodontically bone remodeling” , evaluaron los efectos moleculares del proceso fotobiomodulatorio como acelerador del movimiento dental ortodóncico en la intrusión de molares superiores. La

muestra estuvo conformada por 30 pacientes con indicación de intrusión dental para Rehabilitación bucal. Los dientes se dividieron en tres grupos diferentes: Grupo1 (n = 10) premolares sin aplicación de fuerza o láser (control); Grupo 2 (n = 10) intrusión de molares superiores; y Grupo 3 (n = 10) intrusión de molares superiores y fotobiomodulación. Las molares recibieron láser de diodo de baja potencia (808 nm, 100 mW), recibiendo 1 J por punto, densidad de 25 J/cm2, aplicando 10 s por punto, 10 puntos (5 en la región vestibular y 5 en la región palatina). La fuerza de intrusión de ortodoncia se aplicó cada 30 días y se realizó fotobiomodulación con láser inmediatamente, 3 y 7 días después de la aplicación de fuerza durante 3 meses. Se recogió líquido crevicular gingival en los mismos períodos de tiempo que las aplicaciones de láser y las interleucinas (IL) 1-β, -6 y -8 se evaluaron mediante un ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas. Se concluyó que los niveles de Interleukina-6, Interleukina -8 e Interleukina -1β aumentaron bajo la fuerza de ortodoncia (G2 y G3) comparando con el grupo control (G1), no obstante, las cantidades de citoquinas fueron significativamente mayores después de la Fotobiomodulación con láser (G3). La velocidad de intrusión media fue de 0,26 mm/mes en el grupo láser (G3), duración promedio de 8 meses frente a 0,17 mm/mes para el grupo no irradiado (G2)con una duración promedio de 01 año. En esta investigación se concluyó que la fotobiomodulación aceleró el movimiento dental durante la intrusión molar, debido a la modulación de Interleuquinas 6, 8 y 1β durante la remodelación ósea.

Martins y col. (2019) en su trabajo titulado “Low-level laser therapy (830 nm) on orthodontic pain: blinded randomized clinical trial”, evaluaron los efectos de la aplicación del láser de bajo nivel (LLLT) sobre la percepción dolorosa en pacientes con aparatología ortodóncica fija en la Clínica de Ortodoncia de la UNESP–Univ Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, Brasil. Fue un estudio aleatorizado y doble ciego, con una muestra de sesenta y dos (62) pacientes. Fueron asignados a cuatro grupos: Grupo I—láser en el lado derecho; Grupo II: placebo en el lado derecho; Grupo III: láser en el lado izquierdo; Grupo IV: placebo a la izquierda. El láser o

placebo se aplicó antes de la colocación de separadores elastoméricos, 24 h y 48 h después de la separación de sus primeros molares permanentes en la arcada inferior. Los resultados obtenidos después de la separación elastomérica demostraron que el promedio del dolor para el grupo placebo fue de 1,6, significativamente mayor que el promedio de 1,1 registrado para el grupo láser (p =0,013). A las 24 h antes de la nueva irradiación, los valores registrados entre los distintos grupos no mostraron diferencias. Se concluyó que la irradiación con láser para minimizar el dolor solo fue efectiva cuando se aplicó inmediatamente después de la colocación de los separadores elastoméricos. El ciclo de dolor observado en este estudio tuvo su punto máximo en 24 h, tanto para el grupo de láser como para el de placebo.

Sfondrini y col. (2020) en su investigación titulada “Photobiomodulation and Pain Reduction in Patients Requiring Orthodontic Band Application: Randomized Clinical Trial”, evaluaron los efectos de la fotobiomodulación (PBM) en el control de la intensidad dolorosa ortodóncica a lo largo del tiempo en pacientes que precisaban la colocación de bandas en los primeros molares superiores. La metodología del estudio consistió en la colocación de bandas en los primeros molares maxilares. En el grupo de prueba, cada molar recibió PBM de una sola sesión en dos puntos bucales y dos palatinos (λ=830 ± 10 nm; 150 mW, 7,5 J/cm2; punto de 0,1 cm2; 5 segundos por punto), mientras que el grupo control fue tratado con placebo. A todos los pacientes se les pidió que respondieran cinco escalas de calificación dolorosa a fin de determinar su valor a los 5 minutos y 1, 12, 24 y 72 horas y completaron una encuesta que describía el tipo de dolor y su curso temporal en los próximos 7 días. El tamaño muestra fue de 26 pacientes cuya edad media fue 11,8 años, quienes fueron asignados aleatoriamente a un grupo Láser o al Grupo control. El grupo Láser mostró intensidades de dolor significativamente más bajas (P=0.05). Los pacientes del grupo control referían con mayor frecuencia la presencia de “dolor compresivo” (58,8%, p=0:05). Se concluyó que la Fotobiomodulación con láser podría considerarse una alternativa prometedora para reducir la intensidad general de dolor, aun cuando no

afecta el ciclo típico del dolor, en términos de los tiempos de inicio, pico y finalización.

Mistry y col. (2020) en su investigación titulada “The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial” , evaluó el efecto del láser de bajo nivel (LLLT) en la distalización del canino maxilar cuando se aplica cada 4 semanas durante 12 semanas. El estudio fue de tipo ensayo clínico controlado aleatorizado, triple ciego y de boca dividida, se incluyeron veintidós adolescentes y adultos jóvenes (15 mujeres, 7 hombres; de 13 a 25 años) que requerían extracciones de primeros premolares maxilares bilaterales. Después de las extracciones y la alineación-nivelación, los caninos se retrajeron utilizando resortes de níquel-titanio de bobina cerrada a 150 g de fuerza. Se aplicó LLLT en 8 puntos intraorales en los lados bucal y palatino alrededor de la zona radicular del canino durante 10 segundos en cada punto, los días 0, 28 y 56 y el lado de control recibió una aplicación simulada. Se tomaron impresiones de alginato cada 4 semanas en los días 0, 28, 56 y 84. La cantidad de movimiento dental, la pérdida de anclaje y la rotación canina se midieron digitalmente. El modelo de regresión lineal fue usado como prueba estadística , el cual explicó el agrupamiento dentro de cada paciente para identificar las diferencias entre LLLT y los lados control. Los resultados al finalizar el estudio indicaron que el movimiento ortodóncico fue similar en el grupo de LLLT (2,5560,73 mm) y grupo control (2,30 mm60,86 mm), no obteniéndose diferencias significativas. Se concluyó que la aplicación de LLLT cada 4 semanas no resultó estadísticamente significativa comparado con el grupo control, respecto a la cantidad de movimiento dental, pérdida de anclaje y rotación canina durante el cierre del espacio de extracción.

Almallah y col. (2020) en su estudio titulado “Assessment of a single versus double application of low-level laser therapy in pain reduction following orthodontic elastomeric separation: A randomized controlled trial” , evaluó la efectividad del láser de bajo nivel a fin de disminuir el

dolor luego de la inserción de separadores elastoméricos y comparar una dosis única versus 2 dosis de láser de bajo nivel . Se realizó un ensayo controlado aleatorio en el Departamento de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Damasco y en el Departamento de Ortodoncia del Centro Adib-Allaham en Damasco, Siria. Se evaluaron 36 pacientes de 12 a 25 años (edad media: 17 ± 3,7 años), divididos de forma aleatoria en dos (02) grupos. Se empleó un diseño de boca dividida. Un grupo recibió 1 dosis de laserterapia 1 h antes de la inserción de los separadores elastoméricos, mientras que el otro grupo recibió 2 dosis de laserterapia, 1 h antes e inmediatamente después de la inserción de los separadores elastoméricos. Se utilizó un láser de GaAlAs de 830 nm y potencia de 100 mW. Los niveles de dolor se registraron utilizando la Escala Visual Analógica(EVA) posterior a 1h, 6h, 24h, 48h y 96 horas. Las pruebas estadísticas T de student y el análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) se emplearon para detectar diferencias significativas. Se concluyó que el tratamiento con láser de bajo nivel redujo significativamente la percepción dolorosa posterior a la colocación de separadores elastoméricos cuando se comparó el lado experimental con el lado del placebo en el grupo de irradiación única. Asimismo, el láser demostró un efecto positivo en la reducción del dolor asociado con la separación elastomérica, ya sea que se aplicara como una dosis única o como una dosis doble .

Zheng & Yang y col. (2021) en su investigación titulada “Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement” , evaluaron el efecto de la aplicación de láser de bajo nivel en el movimiento dentario ortodóncico y su correlación con los niveles de interleucina-1β (IL-1β), niveles de receptor activador del ligando del factor nuclear kappa B (RANKL) y valores de osteoprotegerinas (OPG) en líquido crevicular gingival. El estudio realizado fue de tipo boca dividida en el que participaron 12 pacientes programados para la extracción de primeros premolares superiores. Los pacientes se dividieron aleatoriamente para el grupo experimental los cuales recibieron radiación del lado izquierdo o derecho con un láser de diodo de 810 nm, una

potencia de salida de 100 mW y 6,29 J/cm2 de densidad de energía). El tratamiento con láser se aplicó a los días 0, 7, 14 y 21, después de cargar las fuerzas de retracción canina. Se analizaron las concentraciones de IL-1β, RANKL y OPG en el líquido crevicular gingival. Posteriormente se escaneó la arcada superior de cada paciente con un escáner intraoral para evaluar el movimiento dentario, dando como resultado que el movimiento dentario acumulado durante 28 días tuvo mayores valores en el grupo de láser que en el grupo de control, estableciéndose diferencias significativas. Al término de las 4 semanas de retracción, las piezas caninas retrajeron 1,15±0,29 mm en el grupo experimental y 0,85±0,23 mm en el grupo control, observándose reducciones significativas en los niveles de OPG y aumentos en los niveles de IL-1β y RANKL en muestras de líquido crevicular gingival en los lados experimentales. Se concluyó que el láser de bajo nivel podría provocar cambios en el metabolismo óseo, lo que podría acelerar el movimiento dental ortodóncico.

Qamruddin y col. (2021) en su trabajo titulado “Photobiostimulatory Effect of a Single Dose of Low-Level Laser on Orthodontic Tooth Movement and Pain”, evaluó el efecto del láser de bajo nivel irradiado semanalmente durante tres (03) semanas sobre el movimiento dentario ortodóncico y la intensidad de dolor provocado por el tratamiento de brackets convencionales. La metodología del estudio incluyó veinte pacientes Clase II división 1 de Angle (10 hombres y 10 mujeres; edad 20,25±3,88 años) que necesitaban extracciones bilaterales de primeros premolares maxilares. Usaron brackets convencionales MBT de 0.022. Después del alineamiento y nivelación, la retracción de los caninos comenzó con un resorte helicoidal cerrado de nitinol con un Arco de acero inoxidable 19x25, a una fuerza de 150 gramos. 7,5 J/cm2. Se aplicó el láser en 10 puntos (5 bucales y 5 palatinos) en las raíces caninas en el lado de investigación utilizando láser de diodo de Ga-Al-As de 940 nm, iLase™Biolase, Irvine, EE. UU.) en modo continuo. Los tejidos diana se irradiaron una vez cada tres semanas durante 9 semanas seguidas (T0, T1 y T2). Los pacientes recibieron un formulario de comentarios basado en la escala de calificación numérica para registrar la intensidad del dolor

durante una semana. Las impresiones de silicona precedieron a la activación de los dispositivos en cada visita (T0, T1, T2 y T3) y los modelos obtenidos se escanearon con Planmeca CAD/CAM.™(Helsinki, Finlandia).Encontrándose como resultado que el movimiento dentario fue acelerado en el grupo de láser (1.55±0,25 mm) disminuyendo la intensidad dolorosa significativamente comparando con el lado del placebo (0.94±0,25 mm) ($p<0.05$). Concluyeron que el láser de bajo nivel aplicado tres veces por semana aceleraría el movimiento ortodóncico y reduciría el dolor asociado.

Cabrera (2021) en su tesis doctoral titulada "Radiación láser en ortodoncia", evaluó las aplicaciones beneficiosas del láser en los tratamientos ortodóncicos, mencionando a la Fotobiomodulación (FBM) como una alternativa terapéutica que alivia el dolor asociado a la ortodoncia lingual y acelera el movimiento ortodóncico durante la intrusión de molares mediante minitornillos. La muestra incluyó 20 pacientes pertenecientes al Máster de Ortodoncia de la Universidad Complutense de Madrid, los cuales presentaban molares superiores extruidas, fueron divididos aleatoriamente en Grupo experimental (láser) y grupo control. Dos minitornillos (vestibular y palatino) fueron colocados en los pacientes, aplicándose láser en el surco gingival del molar por 12 minutos a lo largo de 07 días. El movimiento de intrusión fue realizado con cadenas elásticas a una fuerza de 75 g. Se midieron los indicadores periodontales: Índice de Placa, Sangrado durante el sondaje y Profundidad al Sondaje. Se realizaron registros con un Tomógrafo computarizado Cone Beam y un escáner intraoral para calcular la cantidad intruída antes del tratamiento y al finalizar, se establecieron planos de referencia y superposiciones. No hubo diferencias significativas en los parámetros periodontales (IP, PS y SS), ni en los valores de intrusión ni velocidad. Sin embargo, el grupo del láser tuvo valores más bajos a lo largo de los tres (03) iniciales meses. Las medidas obtenidas a partir del escáner intraoral y de la Tomografía computarizada Cone Beam fueron útiles para el cálculo preciso de intrusión molar ($p>0,05$). Asimismo, los registros que se obtuvieron del Tomógrafo computarizado Cone Beam lograron evaluar volumétricamente

el proceso de reabsorción de raíces, teniendo valores menores para el grupo láser, sin diferencias significativas (p>0,05). El estudio sugiere el potencial del láser y su fotobiomodulación a fin de beneficiar la salud periodontal de los componentes implicados en el movimiento y lentificar la reabsorción de raíces. Se concluyó que la Fotobiomodulación disminuye los efectos colaterales inherentes al tratamiento ortodóncico y puede resultar ser una herramienta eficaz para contrarrestarlos.

Pérignon y col. (2021) en su investigación titulada “Effect of 970 nm low-level laser therapy on orthodontic tooth movement during Class II intermaxillary elastics treatment: a RCT”, evaluaron los efectos del láser de bajo nivel en el movimiento de dientes durante el tratamiento ortodóncico con elásticos intermaxilares de clase II. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado prospectivo en el que se incluyeron cuarenta y dos (42) participantes que contaban con maloclusión Clase II, y sus cuadrantes maxilares fueron distribuidos en dos grupos: Grupo láser de diodo activo y Grupo placebo. En cada grupo fue registrado el tiempo necesario para lograr la oclusión Clase I a los 6 meses, la velocidad de movimiento, el desplazamiento total del canino superior a la oclusión Clase I y el nivel de dolor. El tiempo para alcanzar la oclusión de Clase I en el grupo de láser activo (2,46 ± 2,1 meses) no fue significativamente diferente al del grupo de placebo (2,48 ± 2,0 meses) (P=0,938). Curiosamente, la distancia total de movimiento en el lado del láser activo (2,27 ± 1,5 mm) fue significativamente mayor que en el lado del placebo (1,64 ± 1,3 mm) (P=0,009). Los niveles de dolor en los días 1, 2 y 3 no fueron significativamente diferentes entre las secciones de láser y placebo. La tasa de cambio de distancia hacia la oclusión de Clase I en el grupo de láser (1,1 ± 0,7 mm/mes) tuvo mayores valores significativos que en el grupo de placebo (0,74 ± 0,6 mm/mes) (P=0,037) . Se concluyó que la aplicación del láser de bajo nivel (970 nm) no redujo el tiempo necesario para obtener una oclusión de Clase I, pero se detectó una aceleración en el movimiento dentario del grupo irradiado con diferencias significativas.

García y col. (2022) en su investigación titulada “Aplicación del láser de baja potencia para el alivio del dolor en pacientes con tratamiento ortodóncico”, evaluaron el efecto del láser de bajo nivel para disminuir la intensidad dolorosa en pacientes con aparatología ortodóncica. Fue desarrollado una investigación cuasiexperimental en treinta (30) pacientes que estaban en la etapa inicial de distalización canina en maxilares (con exodoncia previa de los primeros premolares), atendidos en el Servicio de Ortodoncia del Hospital General Docente Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso de Santiago de Cuba, en el año 2020. Se dividieron en 2 grupos aleatoriamente con 15 pacientes cada uno: Grupo experimental (láser), y grupo control, que tomó paracetamol como analgésico. Se irradió Láser de baja potencia rojo de 20,5 Nm con diodo de arseniuro de Ga y Al, mediante un equipo médico FISSER-21, distribuidas en tres (03) aplicaciones: durante la instalación de la terapia ortodóncica y dos (02) días posteriores siendo la dosis 0,2 J y a una potencia de 10 mw como máximo. El láser fue aplicado de forma puntual y local , colocando la fibra óptica en la papila interdental por las zonas interproximales de los caninos y en la zona radicular. El grupo control recibió paracetamol de 500 mg, vía oral, 01 tableta cada 6 horas durante las primeras 72 horas a partir de la instalación de la aparatología. Las pruebas estadísticas se realizaron mediante porcentajes y T de Student para muestras independientes, con un 95 % de confiabilidad. Al término, se encontraron diferencias significativas respecto al alivio de la intensidad del dolor luego de tres sesiones terapéuticas (p=0,00), de láser en comparación al grupo control. Se determinó que el tratamiento alternativo con láser fue más efectivo para aminorar la percepción dolorosa que el paracetamol.

Grajales y col. (2023) en su estudio titulado “Effectiveness of photobiomodulation with low-level lasers on the acceleration of orthodontic tooth movement: a systematic review and meta-analysis of split-mouth randomised clinical trials” evaluaron los efectos del láser de bajo nivel (LLLT) sobre la aceleración del movimiento ortodóncico mediante una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorios de boca dividida. Se realizó la búsqueda de ECAs en MEDLINE (PubMed),

Scopus, ScienceDirect y LILACS desde su inicio hasta octubre de 2022. Diecinueve ECA cumplieron los criterios de inclusión para la síntesis cualitativa y dieciocho ECA se incluyeron en la síntesis cuantitativa. Diecisiete estudios se calificaron como con algunos problemas de sesgo y dos estudios se clasificaron como con bajo riesgo de sesgo. En general , esta investigación presentó un riesgo moderado de sesgo. Los hallazgos de esta revisión sistemática y metanálisis apuntan a una tendencia a un movimiento dental ortodóncico más rápido en los grupos que recibieron tratamiento LLLT durante el primero (OR de 0,28 IC del 95 % (0,07 a 0,48)), segundo (OR de 0,52 IC del 95 % (0,31 a 0,73)), y tercer mes (OR de 0,41 IC del 95 % (0,03 a 0,79)) mes de seguimiento. La longitud de onda ≤ 810 nm y una densidad de energía ≤ 5,3 J/cm 2 se asociaron con un movimiento dental ortodóncico más rápido.

Tabatabaei y col. (2023) en su estudio titulado “In Vitro Effect of Photobiomodulation Therapy with 980 nm Diode Laser on Gene Expression of Key Regulators of Bone Remodeling by Human Periodontal Ligament Cells under Mild Orthodontic Forces” evaluó el efecto de la fotobiomodulación (PBM) con láser de diodo de 980 nm como monoterapia y en combinación con fuerzas ortodóncicas de compresión y tracción sobre la expresión de reguladores clave de remodelación ósea: osteoprotegerina (OPG), activador del receptor del ligando del factor nuclear κB (RANKL) , esclerostina (SOST) y periostina (POSTN), por células del ligamento periodontal humano. Las células aisladas se cultivaron y se sometieron a fuerzas de tracción (10% de alargamiento) o de compresión (25 g/cm2) durante 24 y 48 h. Posteriormente, las células recibieron PBM (100 mW de potencia, 3 o 6 J/cm2 de densidad de energía) inmediatamente después del ciclo de carga. Se aplicó RT-PCR para evaluar la expresión de los genes. El análisis fue mediante ANOVA unidireccional y la prueba post hoc de Tukey (P ≤ 0,05). Se concluyó que la PBM en combinación con fuerzas ortodóncicas conducía a una regulación positiva de los genes de resorción ósea (RANKL y SOST) en el lado de presión y su regulación negativa en el lado de tensión. La expresión de genes osteogénicos (OPG y POSTN) aumentó en el lado de

tensión y disminuyó en el lado de presión. La PBM por sí sola no afectó la expresión genética. Estos hallazgos sugirieron que el láser puede ser eficaz para mejorar la expresión genética a favor de la aceleración de la remodelación ósea, sin embargo debería confirmarse en futuros estudios en animales y humanos.

Al-Hanbali y col. (2024) en su investigación titulada “The effectiveness of low-level laser therapy and low-intensity pulsed ultrasound in reducing pain induced by orthodontic separation: a randomized controlled trial” evaluaron y compararon la efectividad del láser de baja intensidad (LLLT) y el Ultrasonido pulsado de baja intensidad (LIPUS) a fin de disminuir el dolor inducido por la separación ortodóncica en molares. Fue un ensayo clínico controlado aleatorizado a simple ciego, en la que 150 pacientes fueron asignados a tres grupos: Grupo LLLT , grupo LIPUS y grupo control. Se aplicó laser o ultrasonido a los 5 min de la colocación de los separadores, a las 24 h y a las 48 h. La aplicación del láser fue de 20 s en cada punto, con un láser de diodo de arseniuro de aluminio y galio (AlGaAs) de 810 nm, modo continuo, potencia de salida de 150 mW, densidad de energía de 4 J/cm 2 y un diámetro de punto láser de 7 mm. Mientras que la frecuencia del cepillo de dientes ultrasónico fue de 1,6 MHz e intensidad de salida de 0,2 W/cm 2 . La aplicación fue durante 20 min (5 min en cada primer molar). El grupo de control recibió los separadores sin otra intervención. Se utilizó una escala visual analógica (EVA de 100 mm) para evaluar la intensidad del dolor durante los primeros cuatro días después de la colocación de los separadores. Al término, hubieron diferencias significativas en la percepción del dolor entre los tres grupos después de 5 minutos (P = 0,002). El nivel máximo de dolor se alcanzó a las 24 h. Sin embargo, el grupo de láser y el grupo de ultrasonido mostraron una disminución estadísticamente significativa en las puntuaciones de dolor en comparación con el grupo de control en todos los momentos de evaluación (P <0,001). Asimismo, no hubo diferencias entre el grupo de láser y el grupo de ultrasonido en la reducción de las puntuaciones de dolor (P > 0,05). Se concluyó que la

LLLT y el LIPUS reducen eficazmente el dolor por separación cuando se aplican en múltiples dosis sin diferencias entre ellas.

Moradinejad y col. (2024) en su estudio titulado “Low-level laser therapy, piezocision, or their combination vs. conventional treatment for orthodontic tooth movement”, comparó la eficacia de los métodos no invasivos para acelerar movimientos ortodóncicos : Láser de baja intensidad (LLLT) y la piezocisión. Evaluaron 32 pacientes que se asignaron de forma aleatoria a tres grupos de intervención paralelos de 22, 22 y 20 (6 brazos paralelos, n = 64 lados de tratamiento/control). Se extrajeron las primeras premolares bilaterales y se inició la retracción canina. Un lado de la boca sirvió como control, mientras que el otro lado se sometió a cada una de tres intervenciones: LLLT (940 nm, 8 J, 0,5 W, 16 s en 12 sitios), piezocisión y "LLLT + piezocisión". ". En las semanas 3, 6 y 9 de seguimiento, se midieron la retracción canina y la pérdida de anclaje.(α = 0,05). Luego de 9 semanas, LLLT, piezocisión y LLLT + piezocisión mejoraron la retracción canina en 0,51, 1,14 y 1,93 mm, respectivamente. LLLT aceleró la retracción canina (en comparación con el control) 1,6, 1,4 y 1,2 veces en 3,6 y 9 semana, respectivamente. Estas estadísticas fueron 2,1, 1,7 y 1,5 veces para piezocisión y 2,7, 2,1 y 1,8 veces para LLLT + piezocisión. El efecto de la LLLT + piezocisión fue mayor que el de la piezocisión aislada ($p < 0,05$), que a su vez fue mayor que el de la LLLT aislada ($p < 0,05$). Se concluyó que los tres métodos aceleraron el movimiento dentario ortodóncico , sin embargo la combinación de LLLT + piezocisión produjo una aceleración más fuerte y LLLT produjo una aceleración más débil.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Láser de baja potencia

Definición

La aplicación del láser de bajo nivel o baja potencia es una técnica no invasiva y no quirúrgica, la cual involucra irradiación celular y tisular a niveles bajos de luz roja e infrarroja cercana (600-1000 nm) para alterar la función celular y el metabolismo. Los citocromóforos en las mitocondrias absorben la energía del láser formando adenosín trifosfato (ATP), el cual , a través de la transcripción y la síntesis de proteínas, da como resultado una mayor proliferación celular y actividad celular en las células diana. Durante el movimiento dentario ortodóncico, el láser de bajo nivel aumenta la renovación del ligamento periodontal al estimular se proliferen células osteoclásticas y osteoblásticas a fin de mejorar la vascularización y organización de las fibras de colágeno. Así pues, se produce una mayor proliferación de osteoclastos y osteoblastos a medida que el láser de bajo nivel aumenta las vías RANK/RANKL (Receptor activador del factor nuclear kappa) y osteoprotegerinas, los cuales controlan la osteoclastogénesis.

El tratamiento con láser de bajo nivel, es considerado una mejor opción para abreviar el tiempo de tratamiento de Ortodoncia , debido a la mínima invasividad y seguridad. La producción de energía del láser es lo suficientemente baja para evitar temperaturas superiores a 36,5℃,o temperatura corporal normal.(Mistry et al., 2020b)

Fotobiomodulación

Es el proceso mediante el cual se exponen tejidos diana a un haz de luz rojo cuya longitud de onda terapéutica varía entre seiscientos (600) a mil doscientos (1200) nm. Esta terapia se caracteriza por ser poco invasiva, existen dos (02) tipos: láseres de baja intensidad (LLLT), que emiten luz coherente, y diodos emisores de luz (LED), que emiten luz incoherente, siendo la coherencia el poder enfocarse en un punto limitado. Otra clasificación indica que los láseres pueden ser de baja y de alta intensidad, que difieren por su potencial y forma de acción. El láser de alta intensidad incrementa la temperatura y presenta una potencia destructiva empleándose casi siempre en cirugías. Por otro lado, el láser de baja intensidad sin poder de destrucción, estimula la proliferación de células especiales osteoclásticas, osteoblásticas y fibroblásticas a través de la expresión de RANK y RANKL. El incremento de la proliferación celular estimula in situ el

metabolismo óseo, que genera un ambiente favorecedor y oportuno del movimiento dentario.(González, 2019).

El láser de baja intensidad debido a su acción biomoduladora, estimula los mecanismos de remodelación de tejidos, la técnica de láser de diodo de bajo nivel ha demostrado tener un enfoque conservador prometedor que aceleraría el movimiento dentario durante los tratamientos ortodóncicos. Además, los láseres de baja potencia han sido estudiados por sus propiedades analgésicas, especialmente cuando se utilizan durante tratamientos de ortodoncia. La confirmación de la capacidad de los láseres para incrementar la tasa de movimiento dentario puede tener un efecto positivo al disminuir el tiempo del tratamiento y el riesgo de complicaciones y aumentar la cooperación y la motivación del paciente. La disminución del dolor asociado con la terapia con láser también mejora las condiciones del tratamiento del paciente y eleva su nivel de satisfacción. (Pérignon et al., 2021b)

Importancia

El láser de bajo nivel presenta diferentes aplicaciones en múltiples patologías, favoreciendo la cicatrización ya que estimula la regeneración de tejidos porque incrementa la disponibilidad de ATP en las células, estimula las actividades fotoeléctricas que polarizan y repolarizan la membrana celular, aumentando su umbral de excitación. Por lo anteriormente expuesto, el láser presenta un óptimo efecto analgésico , antiinflamatorio y biomodulatorio. (Belío Reyes et al., 2017b)

Tipos de Láser

Numerosos tipos de láseres disponibles en la actualidad pueden generar luz que penetra en los tejidos, incluidos los láseres He-Ne, Nd: YAG y de diodo, que a menudo se utilizan en el campo dental. La luz láser CO2 y Er: YAG de tipo absorción superficial también se usa ampliamente. La luz del láser de diodo es altamente penetrante y mínimamente absorbida por el agua. Además, los láseres de diodo son dispositivos económicos y fáciles de miniaturizar, motivo por el cual presenta múltiples aplicaciones clínicas. La terapia con láser puede ayudar a la reparación de mucosas, control del dolor y efecto cicatrizante de heridas a través de un bajo estrés mecánico en las superficies de las raíces y efectos bactericidas y desintoxicantes. A alta potencia, los láseres de diodo se pueden utilizar para

realizar incisiones y hemostasia de tejidos blandos, mientras que a baja potencia se pueden utilizar para la terapia periodontal , tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria, control de dolor y aceleración de movimiento dentario en Ortodoncia. Con el láser de diodo, incluso si la salida máxima se establece alta, es posible suprimir la salida promedio a un nivel bajo y aplicar de manera más eficiente la energía de la luz al tejido sin crear efectos térmicos o daños térmicos. (Matarese et al., 2018b).

Aplicaciones en Odontología y en Ortodoncia

Los láseres se han introducido en Odontología para muchos procedimientos clínicos: Diagnóstico, Cirugía oral, preparación de cavidades y acondicionamiento del esmalte. Además, los láseres tienen una gran importancia en procedimientos combinados de Cirugía/Ortodoncia, como la exposición de dientes parcialmente erupcionados, reduciendo así la contaminación sanguínea que influiría negativamente en la eficiencia del aparato. Finalmente, los láseres se pueden aplicar para obtener fotobiomodulación. De manera crítica, se ha demostrado que la terapia fotobiomodulación, también conocida como tratamiento con láser de bajo nivel, reduce el dolor en varios campos odontológicos, incluida la Ortodoncia. Por lo tanto, la atención sobre esta terapia está aumentando debido a sus cualidades analgésicas, bioestimuladoras y efectos adversos limitados.

El efecto de analgesia de la fotobiomodulación está basado en la estimulación de las células nerviosas, la estabilización del potencial en la membrana celular y la salida de neurotransmisores en la zona inflamada. En Ortodoncia, el efecto analgésico de fotobiomodulación generalmente se ha aplicado para la reducción del dolor posterior al ajuste y se ha encontrado que disminuye el dolor de ortodoncia, también se ha postulado que los efectos de la fotobiomodulación en la atenuación del dolor pueden atribuirse a diferentes aspectos: efectos inhibitorios sobre la despolarización nerviosa (especialmente las fibras C), producción de moléculas de energía (ATP) y reducción de los niveles de prostaglandinas. (Sfondrini et al., 2020b)

2.3.2 Dolor asociado al tratamiento ortodóncico

El dolor es una experiencia sensitiva y emocional desagradable relacionada a una lesión de tejidos real o potencial siendo una de las complicaciones más frecuentes del tratamiento de Ortodoncia que puede reducir el cumplimiento de las citas y la interrupción del tratamiento. Las fuerzas ortodóncicas promueven el desplazamiento de los dientes en el espacio periodontal, que conduce a la remodelación ósea del alvéolo a través de la resorción y aposición ósea. Estos procesos con mayor frecuencia resultan en dolor, ya que están relacionados con reacciones como variaciones en el transporte sanguíneo, salida de citocinas inflamatorias (histamina, prostaglandinas, encefalina, sustancia P, leucotrienos, etc.), estimulación de las fibras nerviosas aferentes A delta y C, liberación de neuropéptidos e hiperalgesia. Respecto a la efectividad de diferentes terapias para contrarrestar el dolor ortodóncico, los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE) son una de las formas más frecuentes de controlar el dolor de ortodoncia actuando mediante la inhibición del sistema enzimático ciclooxigenasa, asociado con la disminución de la síntesis de prostaglandinas. Sin embargo, muchos efectos secundarios como alergias, úlceras gástricas, trastornos hemorrágicos y reducción de la tasa de movimiento dentario. Curiosamente, se han investigado varias alternativas con el objetivo de reducir el dolor, como dispositivos vibracionales, terapia cognitiva y musical, relajación muscular u otras intervenciones psicológicas. Sin embargo, la aplicación clínica de estas alternativas se ha visto limitada debido a resultados poco claros y a la falta de pruebas sólidas.(Sfondrini et al., 2020b)

Aproximadamente el 95% de los pacientes reportan dolor 24 h después de sus citas de ortodoncia. El dolor que sienten los pacientes se puede caracterizar como un dolor agudo de corta duración, que dura hasta 6-7 días y picos alrededor de 24 h. El dolor es crucial porque desalienta a las personas a buscar tratamiento de ortodoncia. El dolor también puede hacer que los pacientes interrumpan sus tratamientos, incluso al comienzo del tratamiento. Se han propuesto diferentes alternativas farmacológicas y no farmacológicas para mejorar el control del dolor ortodóncico. La aplicación de láser de bajo nivel es actualmente uno de los enfoques más nuevos propuestos para controlar el dolor. Los láseres se han utilizado en las áreas médicas y dental como una alternativa para controlar el dolor. Son promisorios para controlar el dolor ortodóncico ya

que no tienen los efectos secundarios de los AINES. Se cree que los láseres aminoran el dolor a través de la hiperpolarización de la membrana de la célula nerviosa, lo cual incrementa el umbral doloroso del paciente, unido a la despolarización celular más baja. (Martins et al., 2019b)

La fotobiomodulación disminuye la experiencia dolorosa en las primeras etapas del tratamiento durante la alineación dentaria, distalización de caninos y en los días posteriores a la activación de los arcos. Asimismo, la fotobiomodulación es idónea y efectiva para aminorar el dolor ya que posee un efecto estabilizador en el potencial de membranas de las neuronas, lo cual inhibe la activación de la señal dolorosa. Múltiples investigaciones han concluido que posterior a la aplicación de láser de bajo nivel, se genera una supresión de la respuesta pulpar a la estimulación de dolor, y un descenso de los mediadores de la inflamación como la prostaglandina E2 (PGE2), relacionada con el dolor.(Cabrera, 2021)

2.3.3. Movimiento dentario ortodóncico

El movimiento de ortodoncia es el resultado de la remodelación del tejido óseo y periodontal después de la aplicación de fuerzas de ortodoncia. Generalmente ocurre a una velocidad de entre 1,0 mm/mes. Acelerar el remodelado óseo alveolar a lo largo de la terapia ortodóncica, acortará el tiempo de tratamiento. Al normalizar la microcirculación, promover el transporte de oxígeno en las células y la activación de la fagocitosis, la fotobiomodulación modula las respuestas inflamatorias al mismo tiempo que estimula la proliferación celular y aumenta la capacidad de reparación ósea. Este resultado anabólico acelera significativamente el movimiento dentario pues estimula la proliferación y diferenciación de múltiples células especializadas, como los osteoblastos, osteoclastos y fibroblastos, lo cual estimula la remodelación del hueso, genera colágeno y promueve la revascularización. La tasa de remodelación del hueso depende de las células osteoblásticas, que además de participar en la generación ósea, activan y reclutan a los precursores de osteoclastos. Asimismo, hay una comunicación permanente entre las células osteoblásticas y osteoclásticas debido a que existe en la superficie de los osteoblastos un factor intermediario llamado receptor activador del ligando Kß del factor nuclear

(RANKL), quien induce a la generación de osteoclastos. La unión de RANKL a su receptor cognitivo, el receptor activador del factor nuclear Kβ (RANK), ubicado en la periferia de las células progenitoras de osteoclastos, estimula la generación de osteoclastos y los activa, dando como resultado una mayor resorción ósea. Sin embargo, también es posible que RANKL se una a la osteoprotegerina (OPG) e inhiba la activación de RANKL, evitando así el proceso de osteoclastogénesis, en consecuencia, la resorción del hueso. En virtud de ello, la remodelación ósea está controlada por el equilibrio entre la unión de RANK-RANKL y la producción de OPG. (Cabrera, 2021)

2.3.3.1 Distalización de caninos

El tratamiento ortodóncico está dividido en tres etapas: alineamiento y nivelación, cierre de espacios y finalización. El cierre de espacios se puede dar en una etapa o en masa (retracción de las seis piezas anteriores) o también en dos etapas, la inicial a fin de realizar la distalización de caninos y la final con el objetivo de hacer la retracción de las cuatro piezas anteriores.

Es así que, la distalización de caninos es un procedimiento que se realiza después de las extracciones de primeras premolares en algunos pacientes con apiñamiento dentario severo. Consiste en mover distalmente estas piezas ya que son de crucial importancia estética y funcional porque se encargan de la desoclusión canina en el paciente.

Para lograr ese objetivo de distalización es importante considerar el espacio remanente, así como controlar el anclaje, controlar las inclinaciones axiales , controlar las rotaciones y el perímetro de arco. Este cierre de espacios puede ser logrado mediante la **Mecánica de deslizamiento o friccional** en la que el canino se desliza a través del arco de alambre y la **Mecánica de desplazamiento o sin fricción**, en la cual los caninos se mueven por el trabajo de las ansas mediante un arco seccional. (Ramírez, 2022)

2.3.3.2 Mecánica de deslizamiento

O también llamada mecánica friccionante, es deslizar un diente a lo largo de un arco continuo, desplazando los brackets y tubos a través del arco de alambre. Se usan brackets ranura 0.022 con arcos de acero 0.019 x 0.025, con

aditamentos elásticos, resortes helicoidales o materiales elastoméricos desde el hook de la molar hasta el hook ubicado entre el incisivo lateral y canino. El objetivo es que se cierren los espacios con mínimas o nulas inclinaciones. (Barraga,2019)

Es preciso que las piezas dentarias estén alineadas y niveladas para bajar la fricción. Los beneficios que trae esta técnica es que se usan arcos simples, el tratamiento es más corto y causa mínimas molestias al paciente. La pérdida de anclaje es el principal problema al usar esta técnica, sin embargo puede ser evitado usando arcos transpalatinos, botones de nance, arcos linguales o miniimplantes como anclaje y aplicando fuerzas ligeras de forma controlada y calibrada que pueden oscilar entre 150g a 200g.

Estas fuerzas ligeras cierran los espacios a un milímetro por mes y causan un oportuno control de la rotación, inclinación y el torque. La retracción canina genera un momento fuerza en que la corona se inclina y porteriormente endereza su raíz. Esto es debido a la localización del punto de aplicación de la fuerza relacionada con el centro de resistencia del canino. (Dontcheva, 2020)

En esta mecánica de deslizamiento se presenta una fuerza friccional o fricción , la cual es la fuerza de resistencia al movimiento de dos cuerpos que contactan y tiene una dirección opuesta al movimiento dental que se desea. Ésta se da entre el slot del bracket y el alambre que produce resistencia al movimiento de estas áreas en contacto directo. Esta resistencia es una causa interviniente en este tipo de deslizamiento mecánico suscitado en la distalización de caninos hacia la zona extraída.

Esta fricción es presentada de dos formas, fricción estática la cual ocasiona resistencia al movimiento y fricción cinética que es la resistencia existente en el transcurso del movimiento dentario. La magnitud de la fricción depende de las áreas en contacto, su naturaleza y sus rugosidades o texturas. Así pues existen variables mecánicas y biológicas que afectan su magnitud como el coeficiente de fricción. Por lo tanto para elegir un material ideal en ortodoncia se opta por el que tenga menor coeficiente de fricción y genere menor fuerza friccional.

El coeficiente de fricción (μ) está en relación directa a las características de cada material y de la existencia de lubricación entre las superficies en contacto.

De esta forma , la fuerza de fricción es el producto de multiplicar el coeficiente de fricción por la fuerza normal**:** $\boxed{F_{FR} = \mu F_N}$

F_{FR} : Fuerza de fricción , μ : Coeficiente de fricción del alambre , F_N : Fuerza Normal

Siendo que cada material tiene su propio coeficiente de fricción.

De tal forma, existen factores mecánicos y biológicos que se asocian a la fricción ortodóncica y por ende al coeficiente de fricción. (Zaa, 2021).

- **Mecánicos:**

  - ✓ Aleación (cada alambre tiene su coeficiente de fricción)
  - ✓ Diámetro del alambre (diámetros cercanos al slot del bracket ocasionan mayor fricción que los diámetros pequeños).
  - ✓ Características de la ligadura (Ligaduras elásticas recubiertas con polímero ocasionan menor fricción y ligaduras de acero inoxidable cubiertas de teflones ocasionan menor fricción que las elásticas).
  - ✓ Ángulo formado por el bracket y alambre (a mayor angulación , mayor fricción)
  - ✓ Aleación presentada del bracket (Bracket de acero inoxidable tiene menor fricción que el bracket cerámico y plástico)

- **Biológicos:**

  - ✓ Saliva y biofilm (reduce la fricción creando enlaces entre las superficies rugosas)

Así pues , las mecánicas friccionantes son las más comunes y se usa en brackets con slot 0.018 “ x 0.025 “ ó 0.022” x 0.028“, con arcos rígidos continuos y de acero inoxidable. (Camargo et al, 2007).

De esta forma , los siguientes arcos son los más usados para esta técnica y elegidos de acuerdo al objetivo a cumplir en el tratamiento:

- ✓ Arco acero inoxidable 0.016” : es el más común en uso pero presenta escaso control bucolingual.

- ✓ Arco acero inoxidable 0.016” x 0.016” : Es el mejor para técnica friccional, buen control bucolingual y mesiodistal, debido a que el tamaño del alambre ocupa mayor superficie de la ranura.
- ✓ Arco acero inoxidable 0.016” x 0.022” : Mayor control bucolingual-mesiodistal.
- ✓ Arco acero inoxidable 0.019´´ x 0.025´´ : es mejor para la retracción en masa de las seis piezas anteriores.

Cabe mencionar que en un estudio in vitro de retracción de caninos se encontró que en una ranura 0.018´´x 0.025´´, el alambre de acero inoxidable 0.016´´x 0.022´´ fue el que menor fuerza friccional tuvo seguido por el arco niti 0.016´´ x 0.022´´ y el de mayor fuerza friccional fue el alambre TMA 0.016´´ x 0.022. (Camargo et al, 2007).

Por lo tanto, elegir correctamente el alambre rectangular de acero inoxidable que presente una menor fricción en los brackets producirá mayor eficiencia en los movimientos dentales.

Bajo este contexto, existen tres fuerzas opuestas al deslizamiento de la pieza dentaria: La Fricción , la deformación elástica (Binding : BI) ,la deformación plástica o enclavamiento: formación de muescas en los alambres (Notching: NO).

- La fricción , estática o cinética es debida al contacto entre los alambres, el bracket y la ligadura.

- El Binding (BI) , ocurre cuando la pieza se mueve y los alambres hacen contacto con el borde del bracket. (deformación elástica)

- El Notching sucede cuando el alambre se deforma permanentemente situada en la unión de la esquina del bracket y el alambre, formándose muescas.

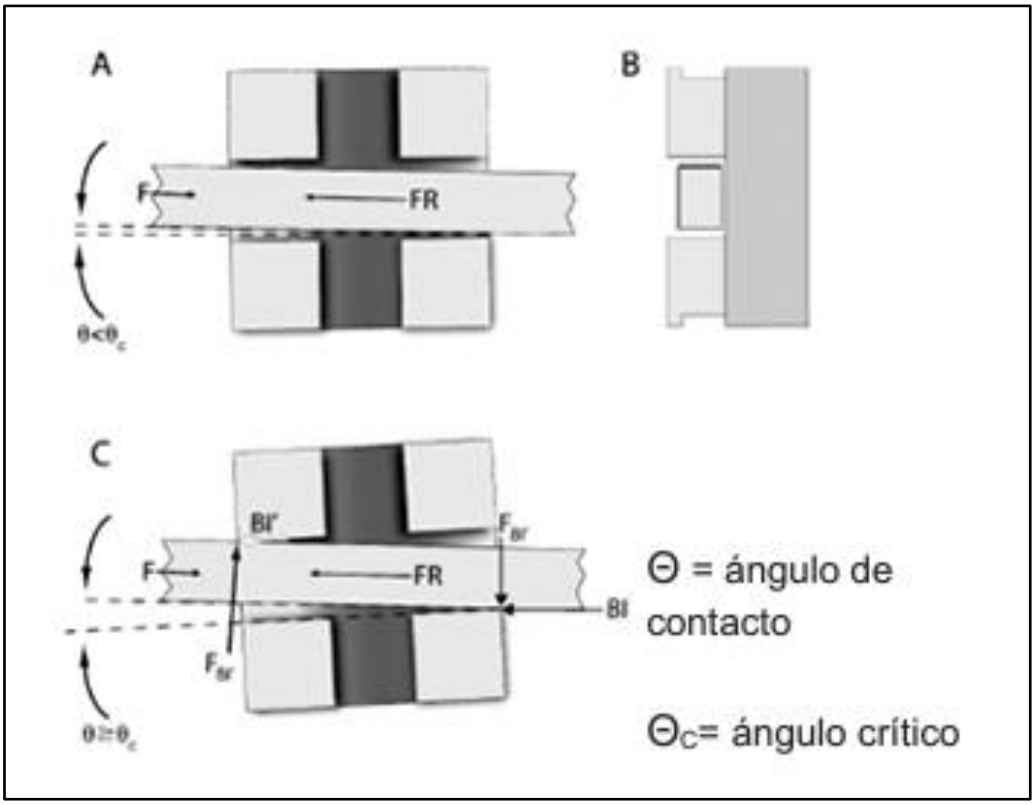
- El Galling se suscita cuando el alambre es corroído por la saliva originando un incremento de la fricción.

De esta forma se tiene que La resistencia RS = FR + BI, o la resistencia es RS = NO, dado que el deslizamiento para al empezar el NO . Esto es aplicado a las fases pasivas y activas del movimiento dentario. El estado pasivo del movimiento es cuando el ángulo de contacto entre el arco y el slot del bracket es menor que un ángulo crítico dado antes que el alambre toque el canto del

bracket, y la resistencia al deslizamiento se debe solo a la fricción. En estado pasivo del movimiento dentario, el angulo de contacto es menor al angulo crítico , así pues el alambre no contacta con los bordes. Sin embargo cuando el ángulo de contacto es mayor que el ángulo crítico , los arcos contactan las esquinas del bracket comenzando el Binding o deformacion elástica , tal como se observan en la Figura 1 y 2. (Coa,2017).

Figura 1.

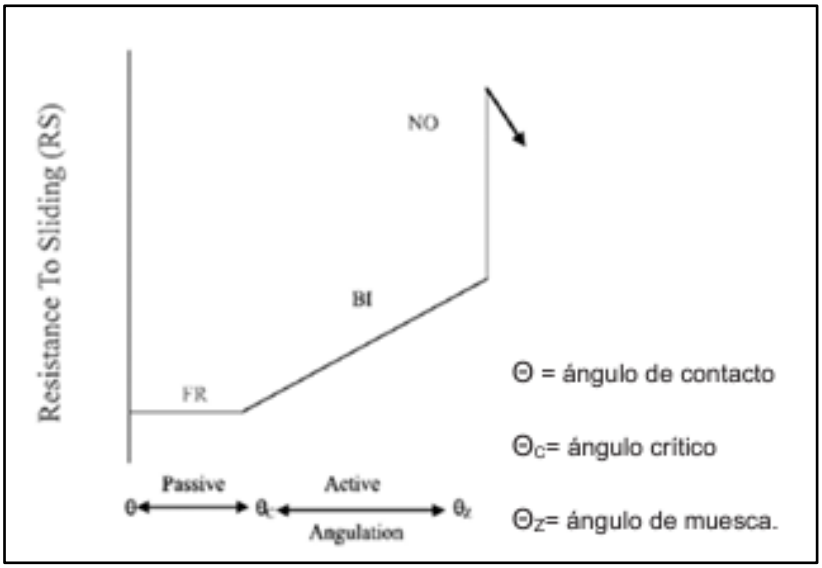
Angulo de contacto y ángulo crítico en estado pasivo y activo del alambre.



Nota: La figura muestra en (A y B) que el ángulo de contacto es menor que el ángulo crítico en estado pasivo de un movimiento dentario. Asimismo en (C) se observa que el ángulo de contacto es mayor que el ángulo crítico , contactando con la esquina del bracket iniciando el Binding.

Figura 2.

Ángulo de contacto, ángulo crítico y ángulo de muesca.



Nota: La figura muestra que en un movimiento pasivo y activo actúa el ángulo de contacto y ángulo crítico, mientras que cuando el deslizamiento cesa se origina el ángulo de muesca.

2.3.3.3 Mecánica de desplazamiento

O también llamada mecánica sin fricción, utiliza un arco de retracción seccional con la aplicación de una fuerza que cumpla la biomecánica planificada y requerida para los dientes caninos. Este sistema biomecánico genera un momento - fuerza constante que evita inclinaciones distales en dichas piezas, en la que los caninos se mueven por la activación de las ansas o loops verticales de cierre. Se utiliza un resorte libre de fricción que proporciona una deflexión baja y un controlado momento - fuerza. El Ansa o loop convierte más elásticos y más flexibles a los alambres, genera una fuerza continua y menor que controla el TIP para no producir daños en el periodonto. Los alambres más utilizados son el acero inoxidable y el TMA, siendo menos rígido este último produciendo menores niveles de fuerza.

En este caso las fuerzas pasan por el centro de resistencia , siendo que las piezas caninas y molares se moverán sin el uso de un arco guía, sino de ansas especiales. Gracias a la ausencia de fricción , hay menor probabilidad de pérdida de fuerzas originando una buena previsibilidad. (Dontcheva, 2020).

CAPÍTULO 3: HIPÒTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general

El láser de baja potencia tiene efecto fotobiomodulador en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija.

3.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

- El láser de baja potencia disminuye el dolor asociado al tratamiento ortodóncico.

Hipótesis específica 2

- El láser de baja potencia acelera el movimiento dentario ortodóncico.

3.3. Identificación de variables

- ***Aplicación de Láser de baja potencia:*** Variable Independiente, categórica dicotómica.
- ***Intensidad del dolor :*** Variable Dependiente, numérica discreta.
- ***Magnitud del movimiento dentario ortodóncico:*** Variable Dependiente, numérica continua.

3.4. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ESCALA	VALORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Aplicación de Láser de diodo de baja potencia (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Es la aplicación de láser de diodo de baja potencia de 810 nm en encía vestibular y palatina (lingual) de Piezas dentales sometidas a fuerzas ortodóncicas.	Aplicación de láser en caninos sometidos a fuerzas ortodóncicas de distalización en dosis de 2J por punto en encía vestibular y palatino (lingual) por 20 segundos en 03 puntos de irradiación radicular (1/3 apical, 1/3 medio y 1/3 cervical) y 02 puntos de irradiación a nivel de las crestas óseas del canino (papila interdental mesial y distal)	Nominal.	Sí (Biomecánica de ortodoncia + Láser de diodo de baja potencia) No (Solo Biomecánica de ortodoncia)	Láser de baja potencia Therapy (EC)
Intensidad del dolor asociado al tratamiento ortodóncico (VARIABLE DEPENDIENTE)	Evaluación del dolor asociado al tratamiento ortodóncico que será evaluado pre y post aplicación del tratamiento de láser.	Manifestación de la intensidad dolorosa mediante la “Escala Visual Analógica (EVA)”, antes y después de la aplicación del láser en la distalización caninos, que será evaluada del 0 al 10, semanalmente por 04 semanas.	Ordinal	Del 0 al 10	“Escala Visual Analógica del dolor (EVA)”
Magnitud del movimiento dentario ortodóncico (VARIABLE DEPENDIENTE)	Medida lineal del recorrido de una pieza dentaria por la aplicación de una fuerza ortodóntica.	Distancia en milímetros del recorrido de una pieza dentaria por la aplicación de una fuerza ortodóntica en un determinado lapso de tiempo, que será evaluada semanalmente por 04 semanas, antes y después de la aplicación del láser.	Razón	Milímetro	Calibrador digital de una precisión de 0.01 mm (Mitutoyo).

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1. Comité de Ética

Aprobado por el Comité de Ética del Hospital Nacional PNP “Luis N. Sáenz” mediante Informe N° 18-2023-DIRSAPOL.HN.PNP.LNS. COMITÉDEÉTICA.JEF (27NOV2023) y autorizado para su ejecución mediante Decreto N°304-2023-DIRSAPOL/OFAD-AREGEPSP.EI (19DIC2023).

4.2. Tipo y Diseño de Investigación

- **Experimental:** Ensayo clínico controlado en paralelo a simple ciego, que evaluó el efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y movimiento dentario ortodóncico.
- **Prospectivo y longitudinal,** porque los datos se registraron en un periodo de tiempo definido y de acuerdo a cómo se suscitaron los acontecimientos.
- **Aleatorio,** debido a que los grupos experimental y control de la muestra se eligieron al azar.

4.3. Población de estudio

Pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz” con tratamiento ortodóncico fijo y exodoncia de primeras premolares en el año 2024.

4.4. Unidad de análisis

Dientes caninos sometidos a tratamiento de distalización por exodoncia de primeras premolares de pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”

4.5. Tamaño de muestra

Se eligió aleatoriamente mediante el programa estadístico Excel, una muestra de veinticuatro (n=24) pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”, con necesidad de tratamiento de distalización de caninos por exodoncia de primeras premolares. Estos conformaron los grupos de estudio: Experimental y control.

4.5.1 Criterios de Inclusión

- Pacientes ASA I con el siguiente rango de edad: 18 a 35 años.
- Clínicamente deben presentar aparatología ortodóncica fija y exodoncia de primeras premolares.
- Consentimiento informado del paciente, debidamente firmado, garantizando su participación voluntaria en la investigación.

4.5.2 Criterios de exclusión

- Gestantes y madres en etapa de lactancia.
- Pacientes que hayan consumido AINES en las últimas 02 semanas.
- Pacientes que consuman corticoides de forma aguda o crónica.
- Pacientes que tomen anticoagulantes y/o antihipertensivos de forma aguda o crónica.

4.6. Selección de muestra

Se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple. A fin de calcular el tamaño muestral se utilizó el paquete estadístico EPIDAT – Comparación de medias para grupos independientes, considerándose un nivel de confianza del 95 % y un poder estadístico del 80 %. Para el cálculo muestral se usó como antecedente la investigación realizada por Qamruddin y col. (2021), teniendo para el movimiento dentario ortodóncico, la desviación estándar del primer grupo de 0,25 y del segundo grupo de 0,24, además, como diferencias de medias se

consideró 0,3. De esta manera se obtuvo como resultado un tamaño muestral para el presente estudio de veinticuatro (n=24) pacientes, siendo doce (n_1=12) para el grupo experimental (láser) y doce (n_2=12) para el grupo placebo (control).

Respecto a la **Distalización de caninos** , se utilizó **la Mecánica de deslizamiento** mediante brackets metálicos sistema MBT 0.022 x 0.025, arco acero inoxidable 0.016X0.022 y cadena de poder tramo corto (Morelli) a una fuerza de 200 gr medido con un dinamómetro de la marca "Sideral". Asimismo a fin de no perder anclaje en las molares se usaron minitornillos , arcos transpalatinos, botones de Nance y arcos linguales dependiendo de cada caso.

4.7. Técnicas de recolección de datos

Se hizo firmar al paciente el **Consentimiento Informado para participar en un estudio experimental**.

Posteriormente, se realizó la recolección de datos mediante la "***Ficha Clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico"***, la cual fue validada por juicio de 10 expertos con un coeficiente de V de aiken de 0.84, un Intervalo de confianza al 95 % : 0.70 -0.92 , $p < 0.05$. Así también se realizó la Confiabilidad interobservador, cuyo Alfa de Cronbach fue de 0.99 . Por lo tanto se concluyó que la ficha clínica evaluada por expertos cumplió con la Validez de contenido y tuvo una excelente confiabilidad. (Anexo 7, 8, 9)

Cabe mencionar que para el desarrollo de la presente investigación se recibió un curso de capacitación previa de 08 horas sobre la Terapia de fotobiomodulación con énfasis en el manejo del Sistema Láser Therapy realizado por el Dr Sergio M. Jiménez Sánchez en la "Asociación peruana de Láser en Odontología" APLO-GELO" y se calibró previamente con el mencionado experto para el manejo del equipo láser Therapy EC.

En la "Ficha Clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico" se registraron los siguientes datos clínicos que fueron completados por la investigadora: Número de orden de la ficha, nombres y apellidos del paciente, género, edad, domicilio, celular, tipo de terapia

empleada, número de pieza dentaria tratada, nivel del dolor del paciente de acuerdo a la “Escala Visual Analógica (EVA)” en las diferentes etapas: antes de la colocación del dispositivo de distalización, al finalizar la colocación, 1 semana posterior, 2 semanas posteriores, 3 semanas y 4 semanas posteriores a la colocación del dispositivo de distalización. También se registró la magnitud del movimiento dentario ortodóncico de los caninos dentales en milímetros, medido con el calibrador digital de precisión de 0.01mm Mitutoyo, en las diferentes etapas : al finalizar la colocación del dispositivo de distalización, 1 semana posterior, 2 semanas posteriores, 3 semanas posteriores y 4 semanas posteriores a la colocación del dispositivo de distalización.

Al GRUPO EXPERIMENTAL se le trató con un Dispositivo de distalización ortodóncico y se aplicó láser de diodo de bajo nivel, Therapy EC (DMC) de longitud de onda 808 nm y potencia 100 Mw.

El protocolo de aplicación fue en 10 puntos de irradiación ubicados en la zona vestibular (05 puntos) y palatino (05 puntos), distribuidos de la siguiente manera : 1/3 radicular cervical, 1/3 radicular medio y 1/3 radicular apical y 02 puntos de irradiación a nivel de las crestas óseas del canino (papila interdental mesial y distal) en una dosis de 2J por un lapso de 20 segundos por punto.

Las irradiaciones con láser fueron al terminar el proceso de activación del distalizador ortodóncico, luego a la 1°semana, 2° semana, 3° semana y 4° semana posterior al procedimiento de distalización.

Posteriormente se procedió a rellenar la “***Ficha Clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico”***, anotando en el numeral 1 el tipo de terapia empleada marcando con un aspa (X) en Dispositivo de distalización + láser (X)

Luego , en el numeral 2 de la ficha clínica se anotó el N° de Pieza dentaria tratada.

Seguidamente en el numeral 3, se le consultó al paciente el nivel del dolor que sintió en las diferentes etapas del tratamiento: al terminar el proceso

de activación del distalizador ortodóncico, luego a la 1°semana, 2° semana, 3° semana y 4° semana posterior al procedimiento de distalización, de acuerdo a la “Escala Visual Analógica (EVA)”.

A continuación, mediante el calibrador digital “Mitutoyo” se anotó en la ficha, la magnitud del movimiento dentario ortodóncico es decir cuánta distancia en milímetros se movieron las piezas dentarias caninas; especificando el N° de Pieza, en los diferentes tiempos: al terminar el proceso de activación del distalizador ortodóncico, a la 1°semana, 2° semana, 3° semana y 4° semana posterior al procedimiento de distalización ortodóncico. Para medir la magnitud del movimiento dentario ortodóncico del canino se tomó como puntos de referencia : la cara distal del canino y la cara mesial del segundo premolar.

Mientras que al **GRUPO CONTROL** , se trató solo con el Dispositivo de distalización ortodóncico. Asimismo, recibieron como Placebo: tratamiento simulado e inactivo de láser siguiendo el mismo protocolo que el grupo experimental; al terminar el proceso de activación del distalizador ortodóncico, luego a la 1°semana, 2° semana, 3° semana y 4° semana posterior al procedimiento de distalización.

Posteriormente, se procedió a rellenar la “Ficha Clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico”, anotando en el numeral 1 el tipo de terapia empleada marcando con un aspa (X) en Solo Dispositivo de distalización (X)

Luego , en el numeral 2 de la ficha clínica se anotó el N° de Pieza dentaria tratada.

Seguidamente en el numeral 3, se le consultó al paciente el nivel del dolor que sintió en las diferentes etapas del tratamiento, de acuerdo a la “Escala Visual Analógica (EVA)”.

A continuación , mediante el calibrador digital “Mitutoyo” se anotó en la ficha, la magnitud del movimiento dentario ortodóncico es decir cuánta distancia en milímetros se movieron las piezas dentarias caninas; especificando el N° de Pieza, en los diferentes tiempos: al terminar el

proceso de activación del distalizador ortodóncico, a la 1°semana, 2° semana, 3° semana y 4° semana posterior al procedimiento de distalización ortodóncico. Para medir la magnitud del movimiento dentario ortodóncico del canino se tomó como puntos de referencia : la cara distal del canino y la cara mesial del segundo premolar.

4.8. Análisis e interpretación de la información

- Los análisis estadísticos, gráficos y tablas fueron realizados con el programa Stata/MP 14.0.
- Las variables numéricas fueron evaluadas mediante medidas de tendencia central y medidas de dispersión (mediana, rango intercuartílico).
- Para evaluar si existieron diferencias en el dolor y movimiento dentario ortodóncico entre el grupo láser y grupo placebo se aplicó la Prueba no paramétrica U-Mann Whitney ,cumpliéndose los siguientes supuestos: los datos pertenecieron a una muestra aleatoria, las observaciones fueron independientes entre sí, las variables dependientes (dolor y movimiento dentario ortodóncico) fueron numéricas y no hubo una distribución normal de las variables dependientes sin embargo tuvieron similar forma en ambas poblaciones, tal como se observa en el Anexo 10. Se trabajó con un nivel de confiabilidad al 95%.
- Para evaluar si existieron diferencias en el dolor y movimiento dentario ortodóncico en el tiempo comparando las 1°, 2°, 3° y 4° semanas con la medición basal entre el grupo láser y grupo control se empleó la Prueba no paramétrica de Wilcoxon. ,cumpliéndose los siguientes supuestos: los pares de las observaciones provinieron de una muestra aleatoria, los pares de las observaciones fueron independientes entre sí, las variables dependientes (dolor y movimiento dentario ortodóncico) fueron numéricas y la diferencia de los pares de observaciones no tuvieron una distribución normal, tal como se observa en el Anexo 11. Se trabajó con un nivel de confiabilidad al 95%.
- Las pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 0.05.

CAPITULO 5: RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados

Tabla 1.

Intensidad de dolor en T0, T1, T2, T3 y T4 por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija.

	Grupo	n	Mediana	RIQ	Mínimo	Máximo
T0	**Experimental**	12	5.00	1.50	5	7
	Control	12	6.00	1.00	5	7
T1	**Experimental**	12	3.00	1.50	2	6
	Control	12	5.50	1.00	5	6
T2	**Experimental**	12	2.00	1.50	1	5
	Control	12	5.00	0.50	4	6
T3	**Experimental**	12	1.00	1.00	1	5
	Control	12	5.00	1.00	4	5
T4	**Experimental**	12	0.50	0	0	4
	Control	12	4.00	0	3	5

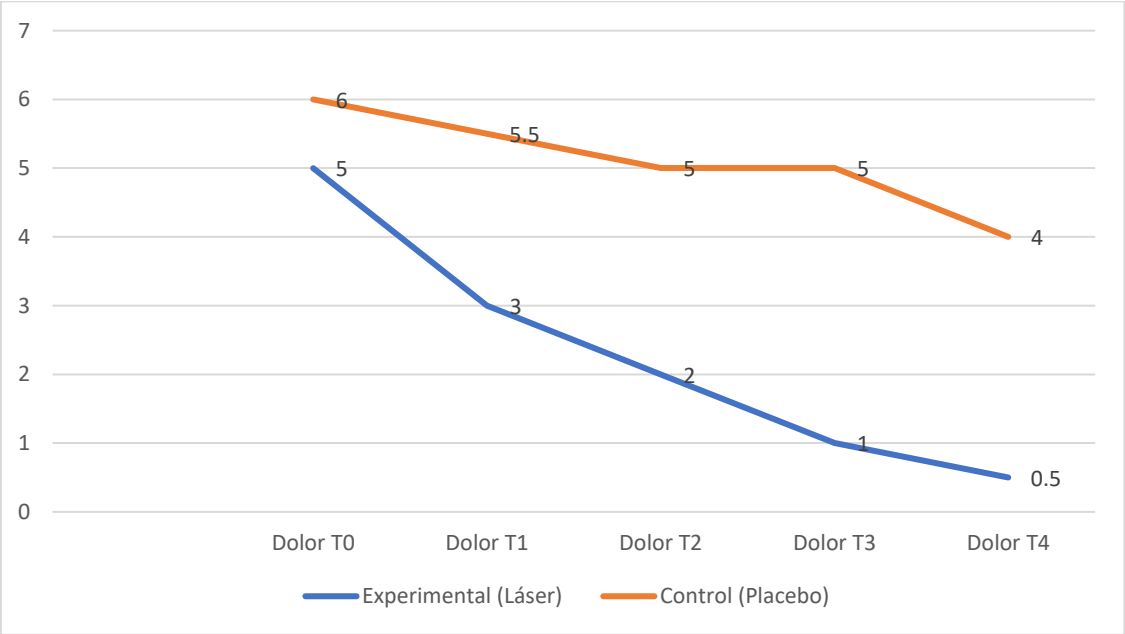
Nota: RIQ: Rango intercuartílico; T0 : después de la activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T1 : 1 semana después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T2 : 2 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T3 : 3 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T4 : 4 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico.

La Tabla 1 muestra los valores de la Intensidad de dolor en T0 , T1, T2, T3 y T4 , según grupo de intervención : Experimental y Control. Se observa un descenso

mayor de la intensidad del dolor del grupo experimental 4.50(1.50) en comparación con el grupo control 2.00 (1.00).

Figura 3.

Intensidad de dolor en el tiempo por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP "Luis N. Sáenz",2024.



Nota: La figura muestra la variación de la intensidad de dolor de pacientes con tratamiento de ortodoncia fija (2024).

En la Figura 3 , se observa las variaciones en el tiempo de la Intensidad de dolor desde 5 (T0) hasta 0.5 (T4) para el Grupo Experimental (Láser). Mientras que para el Grupo control, hubo un descenso menor desde 6 (T0) hasta 4 (T4).

Tabla 2.

Movimiento dentario ortodóncico en T0, T1, T2, T3 y T4 por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija.

	Grupo	n	Mediana	RIQ	Mínimo	Máximo
T0	**Experimental**	12	6.60	0.65	5.90	6.90
	Control	12	6.20	0.15	5.90	6.90

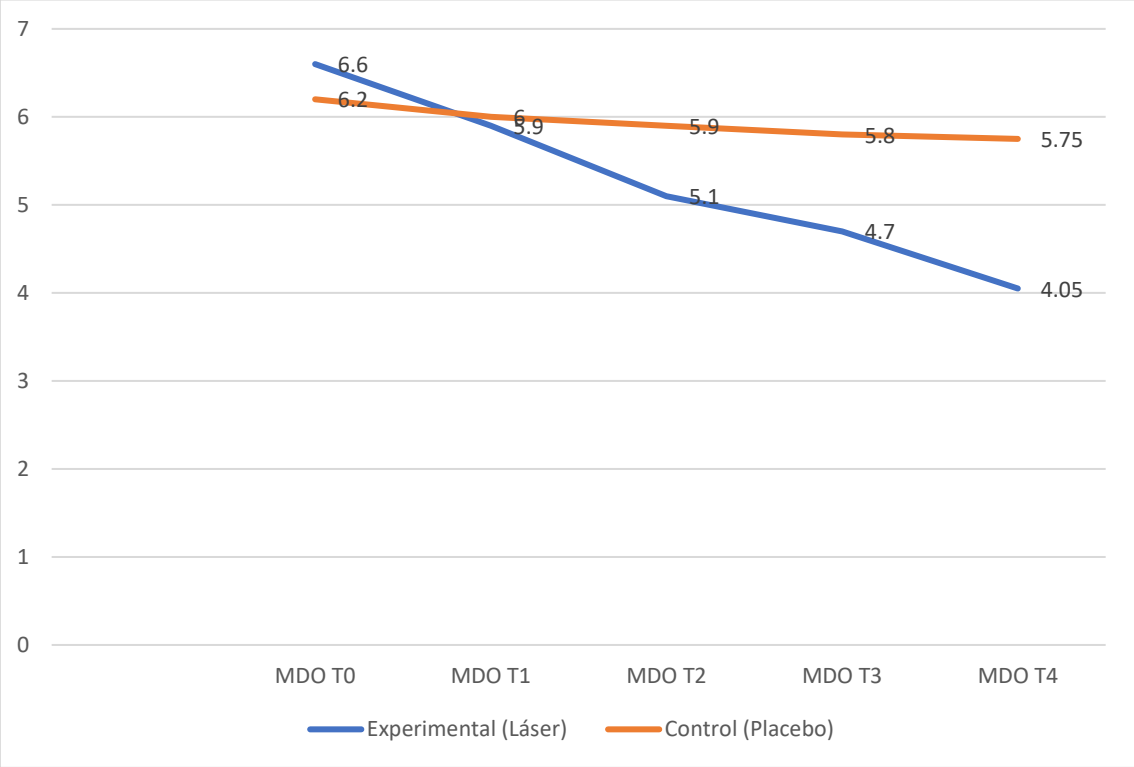
T1	**Experimental**	12	5.90	0.85	5.00	6.40
	Control	12	6.00	0.30	5.80	6.80
T2	**Experimental**	12	5.10	0.40	4.50	6.00
	Control	12	5.90	0.30	5.70	6.70
T3	**Experimental**	12	4.70	0.90	4.00	6.60
	Control	12	5.80	0.30	5.60	6.60
T4	**Experimental**	12	4.05	0.40	3.00	5.00
	Control	12	5.75	0.30	5.50	6.50

Nota: RIQ: Rango intercuartílico; T0 : después de la activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T1 : 1 semana después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T2 : 2 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T3 : 3 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T4 : 4 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico.

La Tabla 2 muestra los valores del movimiento dentario ortodóncico en T0 , T1, T2, T3 y T4 , según grupo de intervención : Experimental y Control. Se observa un mayor movimiento dentario ortodóncico en el grupo experimental dado que en T4 se reportó una distancia de 4.05mm(0.40) en comparación con el grupo control que reportó en T4 una distancia de 5.75mm (0.30).

Figura 4.

Variación de la Magnitud del Movimiento dentario ortodóncico en el tiempo por grupo de intervención de pacientes adultos con tratamiento de Ortodoncia fija en el Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP "Luis N. Sáenz",2024.



Nota: La figura muestra la variación del movimiento dentario de pacientes con tratamiento de ortodoncia fija (2024).

En la Figura 4 , se observan las variaciones en el tiempo de la Magnitud del Movimiento dentario ortodóncico desde 6.60 mm (T0) hasta 4.05 mm (T4) para el Grupo Experimental (Láser). Mientras que para el Grupo control, hubo un descenso menor desde 6.20 mm (T0) hasta 5.75 mm (T4).

5.2. Presentación de hipótesis

Hipótesis especifica 1 :

H0: "El láser de baja potencia NO disminuye el dolor asociado al tratamiento ortodóncico." en los pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP "Luis N. Sáenz" en el año 2024.

Para lo cual , la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo experimental (Láser) es IGUAL a la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo placebo (control) .

H1: “El láser de baja potencia disminuye el dolor asociado al tratamiento ortodóncico.”

Para lo cual ,la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo experimental (Láser) es DIFERENTE a la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo placebo (control).

Nivel de significancia: α = 0.05

Estadísticos: Prueba U-Mann Whitney y Prueba de Wilcoxon.

Tabla 3.

Comparación de la intensidad de dolor entre los grupos de intervención en los diferentes tiempos de evaluación.

Grupo	Experimental (Láser) n=12 ; Me (RIQ)	Control (Placebo) n=12 ; Me (RIQ)	p valor*
Dolor T0	5.00 (1.50)	6.00(1.00)	<0.001
Dolor T1	3.00 (1.50)	5.50 (1.00)	<0.001
Dolor T2	2.00 (1.50)	5.00 (0.50)	<0.001
Dolor T3	1.00 (1.00)	5.00 (1.00)	<0.001
Dolor T4	0.50 (0.00)	4.00 (0.00)	<0.001

Nota: Me: Mediana; RIQ: Rango intercuartílico; T0: después de la activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T1 : 1 semana después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T2 : 2 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T3 : 3 semanas después de

activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T4 : 4 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico. p*: Prueba U-Mann Whitney.

En la Tabla 3 se observa la comparación de la intensidad de dolor entre los grupos de intervención en los diferentes tiempos de evaluación.

Así pues , la mediana del dolor en T0 para el Grupo Experimental (láser) fue de 5.00 (1.50), es decir el 50% de los pacientes presentaron un valor de dolor de 5 a menos, mientras el otro 50% presentaron una intensidad de dolor mayor a 5.

Así también, la mediana del dolor en T0 para el Grupo Control fue de 6.00(1.00), es decir el 50% de los pacientes presentaron un valor de dolor de 6 a menos, mientras el otro 50% presentaron una intensidad de dolor mayor a 6. Estas medida fueron estadísticamente significativas *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T1 , se observa un descenso de la mediana del dolor para el Grupo Experimental (Láser) a 3.00(1.50), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso pero menor siendo el valor 5.50(1.00). Esta medida fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T2 , se observa un descenso de la mediana del dolor para el Grupo Experimental (Láser) a 2.00(1.50), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 5.00(0.50). Esta medida fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T3 , se observa un descenso de la mediana del dolor para el Grupo Experimental (Láser) a 1.00(1.00), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 5.00(1.00). Esta medida fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T4 , se observa que la mediana del dolor para el Grupo Experimental (Láser) fue de 0.50 , mientras que en el Grupo Control fue de 4.00. Esta medida fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 4.

Diferencia entre el dolor inicial y final entre los grupos de intervención.

Grupo	n	ME	RIQ	p valor*
Experimental	12	4.50	1.50	<0.001
Control	12	2	1.00	
Total	24	3	2.50	

Nota: ME: Mediana; RIQ: rango intercuartílico; p*: Prueba U-Mann Whitney.

Para comparar si hubieron diferencias en la variación del dolor y del movimiento dentario ortodóncico entre el grupo láser y grupo control se aplicó la Prueba no paramétrica U-Mann Whitney pues los datos no siguieron una Distribución Normal. Se trabajó con un nivel de confiabilidad al 95%.

En la Tabla 4 se obtuvo que en la muestra de pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”,2024, la diferencia entre el dolor inicial y final en el Grupo Láser fue mayor que en el Grupo Control, obteniéndose 4.5(1.50) vs. 2(1.00) ; respectivamente. Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 5.

Diferencia entre los tiempos de la intensidad de dolor por grupo de intervención.

Grupo	Experimental ME(RIQ)	p valor*	Control (ME±RIQ)	p valor*
T0-T1	2.50(1.00)	<0.001	1.00(0.00)	<0.001
T1-T2	1.00(0.00)	<0.001	1.00(1.00)	<0.001
T2-T3	0.50(1.00)	<0.001	0.00(1.00)	<0.001
T3-T4	1.00(1.00)	<0.001	1.00(0.50)	<0.001
T0-T4	4.50(1.50)	<0.001	2.00(1.00)	<0.001

Nota: ME: Mediana; RIQ: rango intercuartílico; T0-T1: Diferencia de la intensidad de dolor entre T0 y T1; T1-T2: Diferencia de la intensidad de dolor entre T1 y T2; T2-T3: Diferencia de la intensidad de dolor entre T2 y T3; T3-T4: Diferencia de la intensidad de dolor entre T3 y T4; T0-T4: Diferencia de la intensidad de dolor entre T0 y T4. p valor*: Prueba de Signo-rango de Wilcoxon.

Para comparar si existieron diferencias en la variación del dolor y del movimiento dentario ortodóncico en el tiempo, a las 1° (T1), 2°(T2), 3°(T3) y 4°(T4) semanas con la medición basal (T0) entre el grupo experimental y control se aplicó la Prueba de Signo-rango de Wilcoxon, pues los datos no siguieron una distribución Normal. Se trabajó con un nivel de confiabilidad al 95%.

En la Tabla 5 se observan los resultados para la variable Intensidad de Dolor, obteniéndose que en la muestra de pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”,2024:

Hubo más disminución del dolor T0 a T1 en el Grupo experimental que en el Grupo Control. (2.50 vs. 1.00; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

La intensidad del dolor de T1 a T2 en el Grupo experimental fue igual que la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo Control. (1.00 vs. 1.00; respectivamente). Esto fue estadísticamente significativo *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Hubo más disminución del dolor T2 a T3 en el Grupo experimental que en el Grupo Control. (0.50 vs. 0.00; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

La intensidad del dolor de T3 a T4 en el Grupo experimental fue igual que la mediana de la intensidad del dolor en el Grupo Control. (1.00 vs. 1.00; respectivamente). Esto fue estadísticamente significativo *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Finalmente, hubo más disminución del dolor de T0 a T4 en el Grupo experimental que en el Grupo Control. (4.50 vs. 2.00; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Regla de decisión

- Como p<0.05, se rechaza la H0 y se determina el láser de baja potencia disminuye el dolor asociado al tratamiento ortodóncico.

Hipótesis especifica 2 :

H0: “El láser de baja potencia NO acelera el movimiento dentario ortodóncico en los pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz” en el año 2024.

Para lo cual , la mediana de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico en el Grupo experimental (Láser) es IGUAL a la mediana de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico en el Grupo placebo (control) .

H1: “El láser de baja potencia acelera el movimiento dentario ortodóncico”

Para lo cual , la mediana de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico en el Grupo experimental (Láser) es DIFERENTE a la mediana de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico en el Grupo placebo (control) .

Nivel de significancia: α = 0.05

Estadístico: Prueba U-Mann Whitney y Prueba de Wilcoxon.

Tabla 6.

Comparación de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico entre los grupos de intervención en los diferentes tiempos de evaluación.

Grupo	Experimental (Láser) n=12 ; Me (RIQ)	Control (Placebo) n=12 ; Me (RIQ)	p valor*
MDO T0	6.60(0.65)	6.20(0.15)	0.061
MDO T1	5.90(0.85)	6.00(0.30)	0.281
MDO T2	5.10(0.40)	5.90(0.30)	<.001
MDO T3	4.70(0.90)	5.80(0.30)	<.001
MDO T4	4.05(0.40)	5.75(0.30)	<.001

Nota: Me: Mediana ; RIQ: Rango intercuartílico; MDO: Movimiento dentario ortodóncico; T0 : después de la activación de dispositivo de distalización

ortodóncico; T1 : 1 semana después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T2 : 2 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T3 : 3 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T4 : 4 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico. p*: Prueba U-Mann Whitney.

En la Tabla 6 se observa la comparación de la magnitud del movimiento dentario ortodóncico en los grupos : Experimental y Control.

Así pues, la mediana del MDO en T0 para el Grupo Experimental (láser) fue de 6.60 (0.65), mientras que en el Grupo Control fue de 6.20(0.15). Esta medida no fue estadísticamente significativa *(p=0.061)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T1 , se observa un descenso de la mediana del MDO para el Grupo Experimental (Láser) a 5.90(0.85), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 6.00(0.30). Esta medida no fue estadísticamente significativa *(p=0.281)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T2 , se observa un descenso de la mediana del MDO para el Grupo Experimental a 5.10(0.40), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 5.90(0.30). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T3 , se observa un descenso de la mediana del MDO para el Grupo Experimental a 4.70(0.90), mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 5.80(0.30). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

En T4 , se observa un descenso de la mediana del MDO para el Grupo Experimental a 4.05(0.40) , mientras que en el Grupo Control también hubo un descenso, pero menor siendo el valor 5.75(0.30). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001*) con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 7.

Distancia recorrida por el canino entre los grupos de intervención.

Grupo	n	ME (mm)	RIQ	p valor*
Experimental	12	2.50	0.70	<0.001
Control	12	0.45	0.25	
Total	24	1.25	2.05	

Nota: ME: Mediana; RIQ: rango intercuartílico; p* : Prueba U-Mann Whitney.

En la Tabla 7 se observan la distancia en milímetros recorrida por el canino (movimiento dentario ortodóncico) entre los grupos experimental y control, obteniéndose que en la muestra de pacientes adultos del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Hospital Nacional PNP Luis N. Sáenz, la mediana de la distancia que recorre el canino en el Grupo experimental fue mayor que la mediana de la distancia que recorre el canino en el Grupo Control. (2.50 mm vs. 0.45 mm; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 8.

Distancia recorrida por el canino en cada semana entre los grupos de intervención.

Semana	Experimental ME(RIQ)	p valor*	Control ME(RIQ)	p valor*
T0-T1	0.70(0.55)	<0.001	0.20(0.20)	<0.001
T1-T2	0.55(0.40)	<0.001	0.10(0.00)	<0.001
T2-T3	0.50(0.35)	<0.001	0.10(0.05)	<0.001
T3-T4	0.55(0.45)	<0.001	0.10(0.00)	<0.001
T0-T4	2.50(0.70)	<0.001	0.45(0.25)	<0.001

Nota: ME: Mediana; RIQ: rango intercuartílico; T0: después de la activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T1 : 1 semana después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T2 : 2 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T3 : 3 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T4 : 4 semanas después de activación de dispositivo de distalización ortodóncico; T0-T1: Diferencia de la intensidad de dolor entre T0 y T1; T1-T2: Diferencia de la intensidad de dolor entre T1 y T2; T2-T3: Diferencia de la intensidad de dolor entre T2 y T3; T3-T4: Diferencia de la intensidad de dolor entre T3 y T4; T0-T4: Diferencia de la intensidad de dolor entre T0 y T4. p* :Prueba de Signo-rango de Wilcoxon.

En la Tabla 8 se observan los resultados para la distancia recorrida por el canino en cada semana (magnitud del movimiento dentario ortodóncico)**,** obteniéndose que en la muestra de pacientes adultos del del Servicio de Ortodoncia del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”,2024:

La mediana de la distancia recorrida por el canino de T0 a T1 en el Grupo experimental fue mayor que la mediana de la distancia recorrida por el canino de T0 a T1 en el Grupo Control. (0.70 mm vs. 0.20 mm; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

La mediana de la distancia recorrida por el canino de T1 a T2 en el Grupo experimental fue mayor que la de la distancia recorrida por el canino de T1 a T2 en el Grupo Control. (0.55 mm vs. 0.10 mm; respectivamente). Esto fue estadísticamente significativo *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

La mediana de la distancia recorrida por el canino de T2 a T3 en el Grupo experimental fue mayor que la mediana la distancia recorrida por el canino de T2 a T3 en el Grupo Control. (0.50 mm vs. 0.10 mm; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

La mediana de la distancia recorrida por el canino de T3 a T4 en el Grupo experimental fue mayor que la mediana de la distancia recorrida por el canino de T3 a T4 en el Grupo Control. (0.55 mm vs. 0.10 mm; respectivamente). Esto fue estadísticamente significativo *(p<0.001)* con un nivel de significancia de 0.05.

Finalmente, hubo una mayor distancia recorrida por el canino de T0 a T4 en el Grupo experimental que en el Grupo Control. (2.50 mm vs. 0.45 mm; respectivamente). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p<0.001$) con un nivel de significancia de 0.05.

Regla de decisión

- Como $p<0.05$, se rechaza la H0 y se determina que el láser de baja potencia acelera el movimiento dentario ortodóncico.

CAPITULO 6: DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que la aplicación de láser infrarrojo de bajo nivel de 808nm con una potencia de 100mW, a una dosis de 2J por punto en encía vestibular y palatino por 20 segundos en 03 puntos de irradiación radicular (1/3 apical, 1/3 medio y 1/3 cervical) y 02 puntos de irradiación a nivel de las crestas óseas del canino (papila interdental), de pacientes sometidos a distalización ortodóncica de caninos, disminuyó significativamente la intensidad de dolor en el grupo experimental en comparación con el grupo control *($p<0.05$);* dichas aplicaciones se realizaron una vez por semana por cuatro semanas. Estos resultados indican que el láser aplicado intraoralmente presentó un efecto analgésico, tal hallazgo concuerda con lo reportado por Matarese y col. (2018); quienes aplicaron láser de diodo de galio-aluminio-arsénico de 810 nm con una potencia de 400 mW a 2 J/cm² a las 0 h, 2 h, 24 h, 4 d y 7 d después del tratamiento ortodóncico, reduciendo significativamente las puntuaciones de dolor.

Así también , el efecto analgésico producido por el láser también fue encontrado por Sfondrini y col. (2020)al aplicar láser de bajo nivel en una sola sesión a pacientes que precisaban la colocación de bandas en los primeros molares superiores irradiando en dos puntos bucales y dos palatinos (λ=830 ± 10 nm; 150 mW, 7,5 J/cm2; punto de 0,1 cm2; 5 segundos por punto).

Un resultado similar respecto al efecto analgésico del láser fue reportado por Qamruddin y col. (2021) , quienes comprobaron la reducción de la intensidad dolorosa significativamente comparado con el lado del placebo ($p<0.05$), aplicando láser de diodo de Ga-Al-As de 940 nm en 10 puntos (5 bucales y 5 palatinos) en las raíces caninas en modo continuo, cada tres semanas durante 9 semanas seguidas (T0, T1 y T2).

Asimismo , investigadores como García y col. (2022) también comprobaron el efecto analgésico luego de tres sesiones terapéuticas *(p=0,00)* de láser de baja potencia rojo de 20,5 Nm con diodo de arseniuro de Ga y Al, a una dosis de 0,2 J y potencia de 10 mw, aplicado de forma puntual y local en la papila interdental por las zonas interproximales de los caninos y en la zona radicular en comparación al grupo control que recibió paracetamol de 500 mg.

Otro hallazgo en la presente investigación fue que el láser de baja potencia aceleró significativamente el movimiento dentario ortodóncico del canino en el Grupo experimental 2.50 (0.70) que en el Grupo Control 0.45(0.25). ($p<0.001$). Similares resultados fueron obtenidos por Pérignon y col. (2021) quienes reportaron que la distancia total de movimiento en el lado del láser activo fue significativamente mayor 2.27(1.5) que en el lado del placebo 1.64(1.3) *(p=0,009).*

Así también Qamruddin y col. (2021) , concordaron con los resultados del presente estudio, pues encontraron que el movimiento dentario fue acelerado significativamente en el grupo de láser 1.55(0.25) comparando con el lado del placebo 0.94(0.25) *(p<0.05)*, luego de aplicar láser de diodo de Ga-Al-As de 940 nm en 10 puntos (5 bucales y 5 palatinos) en las raíces caninas en modo continuo, cada tres semanas durante 9 semanas seguidas (T0, T1 y T2).

La aceleración del movimiento dentario ortodóncico luego de la aplicación de láser de bajo nivel también fue encontrada por Zheng & Yang y col. (2021) en la que el grupo experimental recibió láser de diodo de 810 nm, de 100 mW y 6,29 J/cm2 de densidad de energía, los días 0, 7, 14 y 21 , resultando que el movimiento dentario acumulado durante 28 días tuvo mayores valores en el grupo de láser 1.15(0.29) que en el grupo control 0.85(0.23) estableciéndose diferencias significativas *(p<0.05).* Un resultado similar obtuvo Fernandes y col. (2019) luego de aplicar láser de diodo de baja potencia (808 nm, 100 mW) a 1 J por punto, densidad de 25 J/cm2, 10 s por punto en 10 puntos (5 en la región vestibular y 5 en la región palatina), en molares reportando que la velocidad de intrusión media fue de 0.26 mm/mes en el grupo láser, frente a 0.17 mm/mes para el grupo control.

Respecto a las limitaciones , el presente estudio tuvo al componente económico como principal factor ya que al ser una investigación financiada por la propia investigadora para la adquisición del equipo láser de bajo nivel ,Therapy EC (DMC), λ: 808 nm y 100 Mw; no se pudo profundizar en temas como: la comparación de varios tipos de láser , ni comparación de diferentes dosis de irradiación, ni en los efectos moleculares del proceso biomodulatorio como los niveles de interleucina-1β, los niveles de receptor activador del ligando del factor nuclear kappa B (RANKL) y valores de osteoprotegerinas (OPG) en líquido crevicular gingival ni en estudios tomográficos para medir la distancia recorrida por el canino con mayor precisión.

Se recomienda que los futuros investigadores en este campo busquen patrocinadores que puedan financiar un estudio de mayor profundización en los temas antes mencionados.

Otra limitación fue el número de pacientes de la muestra, ya que al evaluarse una mayor cantidad de pacientes se podrá extrapolar con mayor exactitud los valores de las variables implicadas en el efecto fotobiomodulador del láser de diodo.

No obstante, los hallazgos encontrados en la presente investigación son de crucial importancia porque presentan una gran aplicabilidad en la práctica y /o clínica debido a que el láser de diodo puede ser implementado en consultorios, clínicas y hospitales con el fin de brindar una alternativa terapéutica a los pacientes que merecen recibir un tratamiento ortodóncico con las menores molestias posibles y en un menor tiempo.

CONCLUSIONES

- El láser presentó un efecto fotobiomodulador sobre el dolor y la magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija que acudieron al HN PNP LNS en el año 2024.
- El láser disminuyó la intensidad de dolor, después de la colocación del dispositivo ortodóncico de distalización de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija que acudieron al HN PNP LNS en el año 2024.
- El láser aceleró la magnitud del movimiento dentario después de la colocación del dispositivo ortodóncico de distalización de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija que acudieron al HN PNP LNS en el año 2024.

RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores para que continúen estudiando la amplia gama de beneficios del láser en Odontología , abordando su efecto fotobiomodulador, no solo sobre el dolor y movimiento dentario , sino también sobre patologías como la xerostomía, disfunción temporomandibular (DTM), tinnitus, parestesia, parálisis facial, pulpitis, aftas, herpes, mucositis, hipersensibilidad dentinaria, neuralgias, descontaminación de bolsas periodontales y periimplantarias, descontaminación de conductos y lechos quirúrgicos.

- Realizar más estudios experimentales en el segundo , tercer nivel de atención y en universidades donde se investigue la comparación de dosis de láser de bajo nivel, análisis microscópico y uso de tomografías para evaluación de movimiento dentario.

- A las casas dentales distribuidoras del láser en el Perú, para que apoyen patrocinando estudios experimentales con el fin de generar nuevas investigaciones que ahonden en las aplicaciones terapéuticas del láser en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Hanbali, L. M. S., Burhan, A. S., Hajeer, M. Y., & Nawaya, F. R. (2024). The effectiveness of low-level laser therapy and low-intensity pulsed ultrasound in reducing pain induced by orthodontic separation: A randomized controlled trial. BMC Oral Health, 24(1), 166. https://doi.org/10.1186/s12903-024-03926-2

Almallah, M. M. E., Hajeer, M. Y., Almahdi, W. H., Burhan, A. S., Latifeh, Y., & Madkhaneh, S. (2020). Assessment of a single versus double application of low-level laser therapy in pain reduction following orthodontic elastomeric separation: A randomized controlled trial. *Dental and Medical Problems*, *57*(1), 45-52. https://doi.org/10.17219/dmp/113332

Bakdach, W. M. M., & Hadad, R. (2020). Effectiveness of low-level laser therapy in accelerating the orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Dental and Medical Problems*, *57*(1), 73-94. https://doi.org/10.17219/dmp/112446

Barraga Monzon, D. J. (2019). Mecánica de Deslizamiento en el Cierre de Espacios.

Belío Reyes, I. A., Bojórquez Steffani, A., Bucio, L., Manuel Jiménez, J., & Peraza Garay, F. (2017a). Aplicación de láser terapéutico en algunos movimientos ortodónticos. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, *5*(4), 231-237. https://doi.org/10.1016/j.rmo.2018.01.005

Belío Reyes, I. A., Bojórquez Steffani, A., Bucio, L., Manuel Jiménez, J., & Peraza Garay, F. (2017b). Application of therapeutic laser in some orthodontic movements. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, *5*(4), e227-e232. https://doi.org/10.1016/j.rmo.2018.01.014

Bravo Rivera, L. L., Gerbert Castilo, K. J., & Salas Toloza, G. M. (2019). Asociación entre maloclusiones y trastornos del lenguaje. *Odontología Sanmarquina*, *22*(2), 126-131. https://doi.org/10.15381/os.v22i2.16225

Cabrera, R. M. A. (2021). *Radiación láser en ortodoncia*. [Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. https://hdl.handle.net/20.500.14352/3365

Camargo, L., García, S., Peláez, A., García, C., & Oberti, G. (2007). Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia: revisión de literatura. CES Odontología, 20(2), 57-63.

Coa, P. (2017). Fricción en ortodoncia. Evidencias en Odontología Clínica, 2(2), 66-78.

Dontcheva Balareva, R. P. (2020). *Mecánicas de retracción del sector anterior y su repercusión sobre el perfil facial* (Master's thesis).

Fernandes, M. R. U., Suzuki, S. S., Suzuki, H., Martinez, E. F., & Garcez, A. S. (2019). Photobiomodulation increases intrusion tooth movement and modulates IL-6, IL-8 and IL-1β expression during orthodontically bone remodeling. *Journal of Biophotonics*, *12*(10). https://doi.org/10.1002/jbio.201800311

García, J. L., Revé, T. C., García, A. N., & García, R. B. C. (2022). *Aplicación del láser de baja potencia para el alivio del dolor en pacientes con tratamiento ortodóncico*.

Gil, A. M. C., Godoy, E. M. F., & Muñoz, L. Q. (2020). *Láser de baja potencia y aceleración de movimientos dentarios en ortodoncia. Revisión sistemática*. 11.

González, A. M. (2019). *Aceleración del movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia: Revisión sistemática de métodos invasivos y no invasivos*. 38.

Magallanes-Reyes, J., Lara-Huallcca, C., & Becerra-Canales, B. (2021). ANOMALÍAS DENTOFACIALES SEGÚN EL SEXO, EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGÍA DE UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE ICA-PERÚ. *Revista Médica Panacea*, *10*(2), 70-74. https://doi.org/10.35563/rmp.v10i2.426

Martins, I. P., Martins, R. P., Caldas, S. G. F. R., dos Santos-Pinto, A., Buschang, P. H., & Pretel, H. (2019a). Low-level laser therapy (830 nm) on orthodontic pain: Blinded randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*, *34*(2), 281-286. https://doi.org/10.1007/s10103-018-2583-9

Martins, I. P., Martins, R. P., Caldas, S. G. F. R., dos Santos-Pinto, A., Buschang, P. H., & Pretel, H. (2019b). Low-level laser therapy (830 nm) on orthodontic pain: Blinded randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*, *34*(2), 281-286. https://doi.org/10.1007/s10103-018-2583-9

Matarese, G., Matarese, M., Picciolo, G., Fiorillo, L., & Isola, G. (2018a). *Evaluation of Low-Level Laser Therapy with Diode Laser for the Enhancement of the Orthodontic Tooth Movement: A Split-Mouth Study* [Preprint]. MEDICINE & PHARMACOLOGY. https://doi.org/10.20944/preprints201809.0273.v1

Matarese, G., Matarese, M., Picciolo, G., Fiorillo, L., & Isola, G. (2018b). *Evaluation of Low-Level Laser Therapy with Diode Laser for the Enhancement of the Orthodontic Tooth Movement: A Split-Mouth Study* [Preprint]. MEDICINE & PHARMACOLOGY. https://doi.org/10.20944/preprints201809.0273.v1

Mistry, D., Dalci, O., Papageorgiou, S. N., Darendeliler, M. A., & Papadopoulou, A. K. (2020a). The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *157*(4), 444-453. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.005

Mistry, D., Dalci, O., Papageorgiou, S. N., Darendeliler, M. A., & Papadopoulou, A. K. (2020b). The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *157*(4), 444-453. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.005

Moradinejad, M., Chaharmahali, R., Shamohammadi, M., Mir, M., & Rakhshan, V. (2024). Low-level laser therapy, piezocision, or their combination vs. conventional treatment for orthodontic tooth movement: A hierarchical 6-arm split-mouth randomized clinical trial. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie, 85(2), 110-122. https://doi.org/10.1007/s00056-022-00427-1

Pérignon, B., Bandiaky, O. N., Fromont-Colson, C., Renaudin, S., Peré, M., Badran, Z., Cuny-Houchmand, M., & Soueidan, A. (2021a). Effect of 970 nm low-level laser therapy on orthodontic tooth movement during Class II intermaxillary elastics treatment: A RCT. *Scientific Reports*, *11*(1), 23226. https://doi.org/10.1038/s41598-021-02610-7

Pérignon, B., Bandiaky, O. N., Fromont-Colson, C., Renaudin, S., Peré, M., Badran, Z., Cuny-Houchmand, M., & Soueidan, A. (2021b). Effect of 970 nm low-level laser therapy on orthodontic tooth movement during Class II intermaxillary elastics treatment: A RCT. *Scientific Reports*, *11*(1), 23226. https://doi.org/10.1038/s41598-021-02610-7

Qamruddin, I., Alam, M. K., Mahroof, V., Fida, M., Khamis, M. F., & Husein, A. (2021). Photobiostimulatory Effect of a Single Dose of Low-Level Laser on Orthodontic Tooth Movement and Pain. *Pain Research and Management*, *2021*, 1-5. https://doi.org/10.1155/2021/6690542

Ramírez, S. M., Torres, A. A., López-Pérez-Franco, L. M., García, L. A. C., Gutiérrez, R. C., & Santana, M. Á. C. (2022). Retracción de caninos con arcos seccionados, alternativa en paciente con apiñamiento severo: caso clínico. *Revista Odontológica Mexicana Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM*, *25*(4), 353-362.

Sant'Anna, E. F., Araújo, M. T. de S., Nojima, L. I., Cunha, A. C. da, Silveira, B. L. da, & Marquezan, M. (2017). High-intensity laser application in Orthodontics. *Dental Press Journal of Orthodontics*, *22*(6), 99-109. https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.6.099-109.sar

Sfondrini, M. F., Vitale, M., Pinheiro, A. L. B., Gandini, P., Sorrentino, L., Iarussi, U. M., & Scribante, A. (2020a). Photobiomodulation and Pain Reduction in Patients Requiring Orthodontic Band Application: Randomized Clinical Trial. *BioMed Research International*, *2020*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2020/7460938

Tabatabaei, SN, Hodjat, M., Hakimiha, N., Akhoundi, MSA y Kharazifard, MJ (2023). Efecto in vitro de la terapia de fotobiomodulación con láser de diodo de 980 nm sobre la expresión genética de reguladores clave de la remodelación ósea por células del ligamento periodontal humano bajo fuerzas ortodóncicas suaves. Fotoquímica y Fotobiología , 99 (6), 1448-1455.

Wu, S., Chen, Y., Zhang, J., Chen, W., Shao, S., Shen, H., Zhu, L., Ye, P., Svensson, P., & Wang, K. (2018). Effect of low-level laser therapy on tooth-related pain and somatosensory function evoked by orthodontic treatment. *International Journal of Oral Science*, *10*(3), 22. https://doi.org/10.1038/s41368-018-0023-0

Zaa Cañari, J. (2021). Aleaciones para alambres en ortodoncia.

Zheng, J., & Yang, K. (2021). Clinical research: Low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. *BMC Oral Health*, *21*(1), 324. https://doi.org/10.1186/s12903-021-01684-z

ANEXO 1

AUTORIZACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA – HN PNP LNS

POLICIA NACIONAL DEL PERU
HOSPITAL NACIONALPNP "LNS"
COMITÉ DE ÉTICA DEL HN PNP LNS

INFORME N. º 18 - 2023-DIRSAPOL.HN. PNP.LNS.COMITE DE ETICA.JEF.

ASUNTO : SOBRE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

REF. : PASE N° 322-2023-DIRSAPOL/HN.PNP.LNS-UNIDOCAP.Jef 03NOV2023.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en relación al documento de la referencia, con la finalidad de hacer de su conocimiento lo siguiente:

Habiendo recibido el protocolo de investigación titulado "**EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA"**, EN EL DPTO. DE ODONTOESTOMATOLOGÍA GENERAL DEL HN.PNP-.LNS, y los documentos pertinentes los cuales han sido debidamente revisados éste Comité de Ética del HN.PNP.LNS., ha determinado que el proyecto de investigación cumple con todos los aspectos éticos básicos por lo que se **AUTORIZA** y **APRUEBA** para poder iniciarse como tal.

Se cumple con informar a las instancias respectivas y a la **Capitán SPNP. HUATUCO DEL SOLAR Elva Esther**, estudiante de posgrado procedente de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Es cuanto cumplo con informar a usted para conocimiento y fines correspondientes.

Lima, 27 de Noviembre del 2023.

POLICIA NACIONAL DEL PERU
DPTO. DE ODONTOESTOMATOLOGIA
COMITÉ DE ÉTICA DEL HN PNP LNS

OS - 287229
Luis Marco Antonio LÓPEZ PRADO
CORONEL SPNP.
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ETICA DEL
HN.PNP LNS

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN EN HN PNP LNS

POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ
DIRECCIÓN DE SANIDAD POLICIAL
OFICINA DE ADMINISTRACIÓN
ÁREA DE GESTIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN DE PROFESIONALES PARA LA SALUD POLICIAL

REF.: Expediente Administrativo con HT SIGE MIN N°20231775822 de 30OCT2023, relacionado a la solicitud de la **Capitán SPNP Elva Esther HUATUCO DEL SOLAR**, para realizar proyecto de investigación en el Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz".

DECRETO Nº 304 - 2023–DIRSAPOL/OFAD-AREGEPSP.EI

Visto el expediente administrativo de la referencia, relacionado a la solicitud presentada por la Capitán SPNP Elva Esther HUATUCO DEL SOLAR, quien peticiona Autorización para desarrollar Proyecto de Investigación, para optar el Grado Académico de Magíster en Estomatología; **PASE** al señor **General S PNP Moisés Salvador ROJAS ARCOS, Director del Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz"**, con la finalidad de comunicarle que esta Dirección **AUTORIZA** a la **Capitán SPNP Elva Esther HUATUCO DEL SOLAR**, realizar sin costo para el Estado, el proyecto de investigación titulado **"EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA",** con fines académicos a través de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y se sirva disponer por quien corresponda, se brinden las facilidades necesarias para la aplicación de instrumentos de investigación en el Departamento de Odontoestomatología del HN PNP "LNS"; asimismo que la Unidad de Docencia y Capacitación - HN PNP "LNS", dispondrá la supervisión y monitoreo de dicha actividad, informando de su resultado, debiendo comunicar a la Oficial en mención, que deberá presentar una copia del estudio realizado al término de su investigación.

Miraflores, 19 DIC. 2023

NECC/PJPM
msp

POLICIA NACIONAL DEL PERÚ · DIRECCIÓN DE SANIDAD POLICIAL

OS - 292453
Nagy Esaú CABRERA CONTRERAS
GENERAL SPNP
DIRECTOR DE SANIDAD POLICIAL

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO EXPERIMENTAL	N° versión: 01
	Fecha : 04OCT2023

Institución: Hospital PNP “Luis N. Sáenz”

Investigadora: Bach. Elva Esther Huatuco Del Solar

Título: “EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA”

Objetivo de la investigación: Determinar el efecto fotobiomodulador del láser de diodo de baja potencia en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija.

Lo invitamos a participar en este estudio titulado: **“Efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija”**

Esta es una investigación desarrollada por odontólogos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para *evaluar el efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija. La aparición de dolor asociado al tratamiento ortodóncico y la larga duración del tratamiento son molestias frecuentes en los pacientes, para lo cual una de las terapias más conservadoras es la aplicación de láser de baja potencia, la cual se caracteriza por presentar efectos de analgesia, cicatrizantes, antiinflamatorios y de proliferación celular debido a la fotobiomodulación que posee, que disminuiría la intensidad de dolor y aceleraría el movimiento dentario ortodóncico.*

Procedimientos:

Si usted participa en esta investigación se le realizarán los siguientes procedimientos: 1. Se le aplicará a un grupo de pacientes de forma aleatoria, láser de bajo nivel en la encía de los caninos en dosis de 2J en encía vestibular y palatino por 20 segundos en 10 puntos de irradiación ubicados en la zona vestibular (05 puntos) y palatino (05 puntos), distribuidos de la siguiente manera : 1/3 radicular cervical, 1/3 radicular medio y 1/3 radicular apical y 02 puntos de irradiación a nivel de las crestas óseas del canino (papila interdental mesial y distal) en una dosis de 2J por un lapso de 20 segundos por punto. Para evaluar el efecto fotobiomodulador.2. Se le realizará un cuestionario donde indique el nivel de dolor del 0 al 10, al finalizar la intervención, a la 1era, 2da , 3era y 4ta semana posterior a la aplicación. 3. Se medirá la distancia en milímetros del recorrido del diente canino que será evaluada semanalmente por 04 semanas, antes y después de la aplicación del láser.

Riesgos: No se prevén riesgos por su participación en esta etapa investigadora. La aplicación de láser es indolora sin riesgo de infecciones.

Beneficios: Usted se beneficiará de un tratamiento ortodóncico que mejorará la posición de sus dientes, el mismo que será con las menores molestias de dolor y en el menor tiempo posible de acuerdo al caso. Los resultados obtenidos

después de la aplicación de los dispositivos y láser se informarán a los pacientes confidencial y personalmente. Los costos de todas las aplicaciones se cubrirán por los investigadores sin ocasionarles pagos algunos.

Costos e incentivos: No se le pedirá pago alguno por participar en la presente investigación. Asimismo, no percibirá ningún estímulo económico ni de otra índole, únicamente la satisfacción de su colaboración para hallar nuevos conocimientos al estudiar los beneficios del láser en los tratamientos de Ortodoncia.

Confidencialidad: El equipo de investigación guardará su información con códigos y no con nombres. En caso de publicar los resultados, no mostraremos ninguna información que permita la identificación de los pacientes que participaron en la investigación. Los datos obtenidos no serán vistos por ninguna persona ajena a la investigación sin su consentimiento.

Asimismo, la información de sus resultados será guardada y usada posteriormente para estudios de investigación beneficiando al mejor entendimiento del efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario ortodóncico, se cuenta con el permiso del Comité de Ética del Hospital PNP “Luis N. Sáenz”.

Derechos del participante (paciente): Si usted decide participar en la investigación, podrá retirarse de éste cuando lo desee, o no participar en una parte del estudio sin tener perjuicio alguno. De presentar alguna pregunta, consulte o llame a la Dra. Elva Esther Huatuco Del Solar al teléfono 970513091.

CONSENTIMIENTO:

Acepto voluntariamente participar en esta investigación, comprendo qué eventos me van a pasar al participar en la investigación, asimismo entiendo que puedo optar por no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Participante:

Nombre: .....

DNI: .....

Fecha:.....

Testigo

Nombre: …….....

DNI: .....

Fecha: .....

ANEXO 4

FICHA CLÍNICA PARA DETERMINACIÓN DE DOLOR Y MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO.

Autor: Bach. Elva Esther Huatuco Del Solar

Datos del paciente

Nº de ficha : ……Nombres y Apellidos: ……

Género: …… Edad: … Domicilio: ……..……Celular: ……..

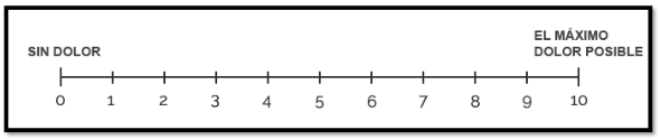
1.- Tipo de **TERAPIA EMPLEADA**:

Dispositivo de distalización + láser ( ) Solo Dispositivo de distalización ( )

2.- N° **PIEZA DENTARIA** tratada ( )

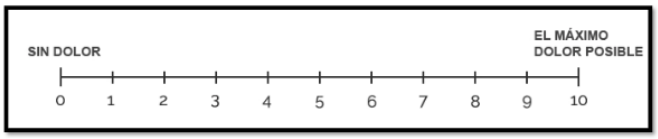
3.- Marque el número que considere equivalente al **NIVEL DEL DOLOR** que siente en las diferentes etapas:

- Antes de la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



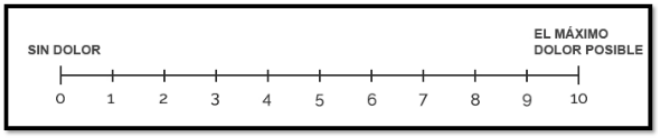
Fecha: / /

- Al finalizar la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



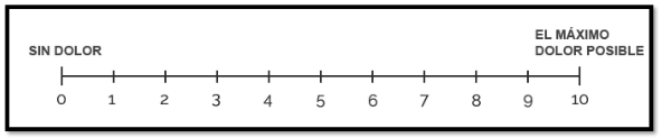
Fecha: / /

- 1 semana después de la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



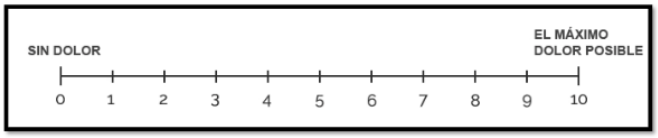
Fecha: / /

- 2 semanas después de la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



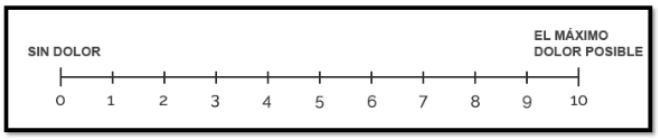
Fecha: / /

- 3 semanas después de la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



Fecha: / /

- 4 semanas después de la colocación del dispositivo de distalización en su boca:



Fecha: / /

4.- Medir la **MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO** con el calibrador digital de precisión de 0.01mm Mitutoyo y completar el siguiente cuadro:

Antes de la colocación del dispositivo de distalización en su boca : ( ) mm/semana	Fecha: / /
Al finalizar la colocación del dispositivo de distalización en su boca: ( ) mm/semana	Fecha: / /
1 semana posterior a la colocación del dispositivo de distalización en su boca: ( ) mm/semana	Fecha: / /
2 semanas posteriores a la colocación del dispositivo de distalización en su boca: ( ) mm/semana	Fecha: / /
3 semanas posteriores a la colocación del dispositivo de distalización en su boca: ( ) mm/semana	Fecha: / /
4 semanas posteriores a la colocación del dispositivo de distalización en su boca: ( ) mm/semana	Fecha: / /

ANEXO 05 - FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título de la Investigación: **"EFECTO FOTOBIOMODULADOR DEL LÁSER EN EL DOLOR Y MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO DE PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA"**

Objetivo General de la Investigación: Determinar el efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija.

Título del instrumento a validar: Ficha clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico.

Objetivo del Instrumento a validar: Determinar la intensidad de dolor del paciente y la magnitud del movimiento dentario ortodóncico antes y después de la administración de láser de diodo de baja potencia , posterior a la colocación del dispositivo de distalización ortodóncico.

INSTRUCCIONES: Este instrumento sirve para que el EXPERTO EVALUADOR valore la pertinencia y eficacia del instrumento que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere adecuada a los diferentes enunciados de acuerdo a la siguiente escala:

1: Deficiente 2:Regular 3: Buena 4: Muy Buena 5: Excelente

		ASPECTOS DE VALIDACIÓN					
ÍTEMS DEL CUESTIONARIO		**1.Claridad** Está formulado con un lenguaje apropiado.	**2.Objetividad** Está expresado en elementos observables.	**3.Organización** Existe una organización lógica entre sus ítems.	**4. Suficiencia** Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.	**5. Coherencia** Tiene relación entre las variables e indicadores.	**OBSERVACIONES**
Determinación del nivel de dolor y movimiento dentario ortodóncico.	1)¿Cuán fácil es realizar el registro de la **TERAPIA EMPLEADA** en el paciente?						
	2)¿Cuán fácil es realizar el registro del **NIVEL DE DOLOR** del paciente, antes de la colocación del dispositivo ortodóncico?						
	3)¿Cuán fácil es realizar el registro del **NIVEL DE DOLOR DEL PACIENTE A TRAVÉS DEL TIEMPO** : después de la colocación del dispositivo ortodóncico y a la 1°, 2° , 3° , 4° semana?						
	4)¿Cuán fácil es realizar el registro de la **MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO** del paciente , ,antes de la colocación del dispositivo ortodóncico?						
	5)¿Cuán fácil es realizar el registro de la **MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO DEL PACIENTE A TRAVÉS DEL TIEMPO ,** después de la colocación del dispositivo ortodóncico y a la 1°, 2° , 3° , 4° semana?						
	6)¿La **LEGIBILIDAD DE INFORMACIÓN** que se encuentra registrada en la ficha es adecuada?						

Lima , 01JUN2023

Nombres y apellidos del evaluador : _____ DNI : _____

Profesión : _____COLEGIATURA:_____

ANEXO 06

JUICIO DE EXPERTOS DE FICHA CLÍNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

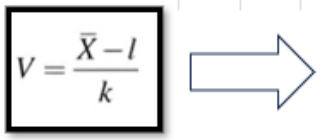
Ítems del Cuestionario	Determinación del nivel de dolor y movimiento dentario ortodóncico.
Pregunta 01	¿Cuán fácil es realizar el registro de la **TERAPIA EMPLEADA** en el paciente?
Pregunta 02	¿Cuán fácil es realizar el registro del **NIVEL DE DOLOR del paciente**, antes de la colocación del dispositivo ortodóncico?
Pregunta 03	¿Cuán fácil es realizar el registro del **NIVEL DE DOLOR DEL PACIENTE A TRAVÉS DEL TIEMPO** : después de la colocación del dispositivo ortodóncico y a la 1°, 2° , 3° , 4° semana?
Pregunta 04	¿Cuán fácil es realizar el registro de la **MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO** del paciente , ,antes de la colocación del dispositivo ortodóncico?
Pregunta 05	¿Cuán fácil es realizar el registro de la **MAGNITUD DEL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO DEL PACIENTE A TRAVÉS DEL TIEMPO** , después de la colocación del dispositivo ortodóncico y a la 1°, 2° , 3° , 4° semana?
Pregunta 06	¿La **legibilidad** de información que se encuentra registrada en la ficha es adecuada?

ESCALA DE EVALUACIÓN				
Deficiente	**Regular**	**Buena**	**Muy Buena**	**Excelente**
1	2	3	4	5

Experto Evaluador	1. Claridad						2. Objetividad						3. Organización						4. Suficiencia						5. Coherencia					
	Está formulado con un lenguaje apropiado.						Está expresado en elementos observables.						Existe una organización lógica entre sus ítems.						Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.						Tiene relación entre las variables e indicadores.					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06
EXPERTO N°01	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4
EXPERTO N°02	4	5	3	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	3	5	5	5	4	3	5	4	4	5	4	3	3	4	4
EXPERTO N°03	4	4	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	2	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	5
EXPERTO N°04	5	4	4	5	4	5	3	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4
EXPERTO N°05	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	3	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
EXPERTO N°06	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4
EXPERTO N°07	4	4	4	3	5	4	4	4	3	5	4	5	5	5	3	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4
EXPERTO N°08	5	3	4	4	5	5	3	4	4	5	3	4	5	4	5	3	3	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5
EXPERTO N°09	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	3	5	4	5	2	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4
EXPERTO N°10	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	3	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4

ANEXO 07

VALIDEZ DE CONTENIDO – V DE AIKEN DE FICHA CLÍNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



V= Coeficiente V de Aiken

$\bar{X}$= Promedio de las calificaciones de todos los expertos.

l= Calificación mínima **Para este caso es 1.** l= 1

k= Resta de la calificación máxima y mínima. **Para este caso es 5 -1 = 4** k= 4

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P01	P02	P03	P04	P05	P06
$\bar{X}$=	4.5	4.4	4.2	4.2	4.4	4.4	4.3	4.4	4.2	4.4	4.1	4.3	4.7	4.4	4.5	4.1	4.3	4.0	4.5	4.6	4.2	4.4	4.4	4.1	4.7	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3
	1. Claridad						2. Objetividad						3. Organización						4. Suficiencia						5. Coherencia					
V de Aiken por pregunta	0.88	0.85	0.80	0.80	0.85	0.85	0.83	0.85	0.80	0.85	0.78	0.83	0.93	0.85	0.88	0.78	0.83	0.75	0.88	0.90	0.80	0.85	0.85	0.78	0.93	0.83	0.83	0.83	0.85	0.83
A	73.84	71.84	67.84	67.84	71.84	71.84	69.84	71.84	67.84	71.84	65.84	69.84	77.84	71.84	73.84	65.84	69.84	63.84	73.84	75.84	67.84	71.84	71.84	65.84	77.84	69.84	69.84	69.84	71.84	69.84
B	9.05	9.65	10.63	10.63	9.65	9.65	10.17	9.65	10.63	9.65	11.04	10.17	7.58	9.65	9.05	11.04	10.17	11.40	9.05	8.37	10.63	9.65	9.65	11.04	7.58	10.17	10.17	10.17	9.65	10.17
C	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68	87.68
IC 95% (L) Límite inf	0.74	0.71	0.65	0.65	0.71	0.71	0.68	0.71	0.65	0.71	0.62	0.68	0.80	0.71	0.74	0.62	0.68	0.60	0.74	0.77	0.65	0.71	0.71	0.62	0.80	0.68	0.68	0.68	0.71	0.68
IC 95% (L) Límite sup	0.95	0.93	0.90	0.90	0.93	0.93	0.91	0.93	0.90	0.93	0.88	0.91	0.97	0.93	0.95	0.88	0.91	0.86	0.95	0.96	0.90	0.93	0.93	0.88	0.97	0.91	0.91	0.91	0.93	0.91
V de Aiken por criterio	0.84						0.82						0.83						0.84						0.85					
A	70.84						69.51						70.51						71.17						71.51					
B	13.06						13.06						13.06						13.06						13.05					
C	87.68						87.68						87.68						87.68						87.68					
IC 95% (L) Límite inf	0.66						0.64						0.66						0.66						0.67					
IC 95% (U) Límite sup	0.96						0.94						0.95						0.96						0.96					

V de Aiken del cuestionario	**0.84**

ANEXO 08

VALIDEZ DE CONTENIDO – V DE AIKEN – CÁLCULO DE INTERVALO DE CONFIANZA

Para calcular el Intervalo de confianza:

$$L = \frac{2nkV + z^2 - z\sqrt{4nkV(1-V)+z^2}}{2(nk+z^2)}$$

(A) (B) (C)

$$U = \frac{2nkV + z^2 + z\sqrt{4nkV(1-V)+z^2}}{2(nk+z^2)}$$

$$L = \frac{A-B}{C}$$

$$U = \frac{A+B}{C}$$

$$A = 2nkV + z^2$$

$$B = z\sqrt{4nkV(1-V)+z^2}$$

$$C = 2(nk+z^2)$$

n=	10	número de expertos
k=	4	
V=	0.84	Coeficiente de Aiken hallado
z=	1.96	(Para un intervalo de confianza del 95%)
A=	71.04	
B=	9.87	
C=	87.68	

Con un Intervalo de confianza al 95 % : 0.70 -0.92

INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%

L= 0.70 Límite inferior del intervalo de confianza

U= 0.92 Límite superior del intervalo de confianza

L = límite inferior del intervalo de confianza.
U = límite superior del intervalo de confianza.
Z = valor en la distribución normal estándar, según nivel de confianza (para un 95% de confianza Z = 1.96, para un 99% de confianza Z = 2.58).
V = coeficiente V de Aiken.
k = es la resta de la calificación máxima menos la calificación mínima.
n = número de jueces

CRITERIO DE DECISIÓN:

El coeficiente de Aiken puede obtener valores entre 0 y 1. A medida que sea más elevado el valor computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido. (Escurra, 1988).
Así, el valor 1 es el mayor valor posible e indica un acuerdo perfecto entre los jueces y expertos respecto a la mayor puntuación de validez que pueden recibir los ítems.
En consecuencia:

Si V= 0 , significa que hay total desacuerdo con los ítems.
Si V= 1 , significa que hay total acuerdo con todos los ítems.

Para el caso de contar con 10 expertos, se necesitará el acuerdo de por lo menos 8 de ellos para que a un nivel de $p < 0.05$, el ítem sea considerado como válido.

CONCLUSIÓN : Para el presente caso de Validación de Contenido del Instrumento titulado "Ficha clínica para determinación de dolor y movimiento dentario ortodóncico" mediante la V de Aiken , dio como resultado un coeficiente de 0.84 con un Intervalo de confianza al 95 % : 0.70 -0.92 , lo cual es estadísticamente significativo con un $p < 0.05$. Por lo tanto se concluye que la ficha clínica evaluada por expertos cumple con la Validez de contenido.

ANEXO 09

CÁLCULO DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO MEDIANTE ALFA DE CRONBACH

MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO	EXPERTO1	EXPERTO2	EXPERTO3	EXPERTO4	EXPERTO5	EXPERTO6	EXPERTO7	EXPERTO8	EXPERTO9	EXPERTO10
T1	5.42	5.41	5.39	5.35	5.39	5.43	5.41	5.43	5.4	5.42
T2	4.91	4.98	4.92	4.97	4.94	4.97	4.95	4.96	4.97	4.94
T3	4.15	4.19	4.16	4.17	4.12	4.15	4.15	4.16	4.17	4.16
T4	3.67	3.59	3.64	3.68	3.65	3.67	3.65	3.64	3.66	3.65

Test Alfa de Cronbach				
Item	Correlación ítem-test	Correlación ítem-rest	Correlación promedio entre ítems	Alfa de Cronbach
Experto 1	0.9994	0.9993	0.9995	0.9999
Experto 2	0.9991	0.9988	0.9996	1
Experto 3	0.9999	0.9999	0.9994	0.9999
Experto 4	0.9995	0.9994	0.9995	0.9999
Experto 5	0.9998	0.9997	0.9994	0.9999
Experto 6	0.9999	0.9998	0.9994	0.9999
Experto 7	1	1	0.9993	0.9999
Experto 8	1	1	0.9993	0.9999
Experto 9	0.9999	0.9999	0.9994	0.9999
Experto 10	0.9999	0.9999	0.9994	0.9999

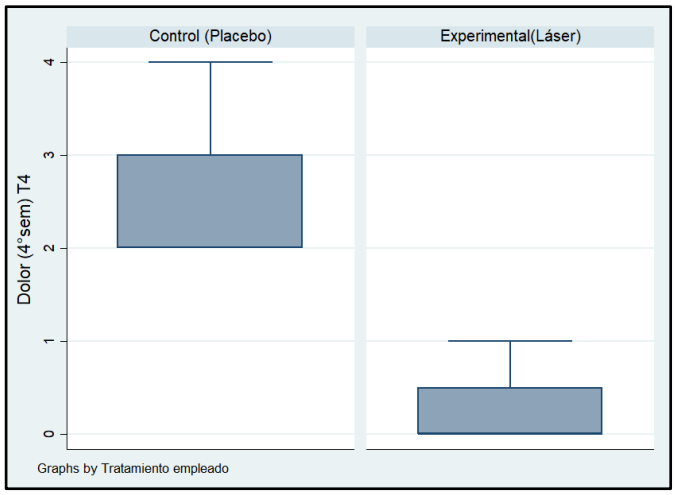
Test Alfa de Cronbach	
Covarianza media entre ítems	0.6183
Número de ítems en la escala	10
Coeficiente de confiabilidad	0.9999

El alfa de Cronbach fue de 0.99 , lo cual indicó que el instrumento tuvo una excelente confiabilidad.

ANEXO 10

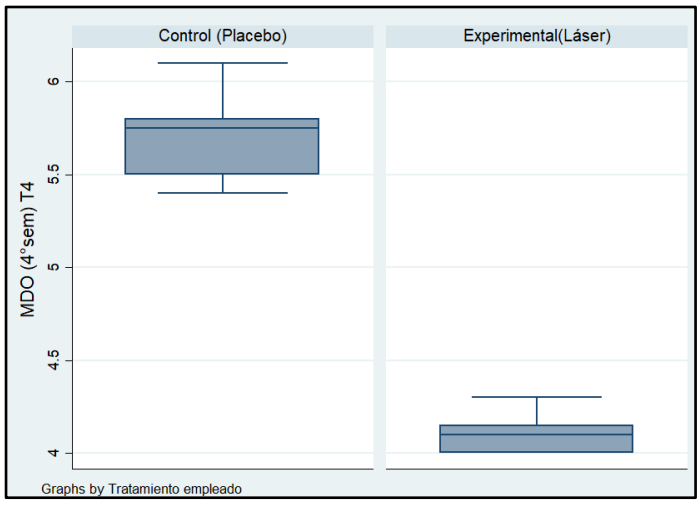
RESULTADOS DE LOS SUPUESTOS PARA APLICAR PRUEBA NO PARAMÉTRICA U DE MANN WHITNEY

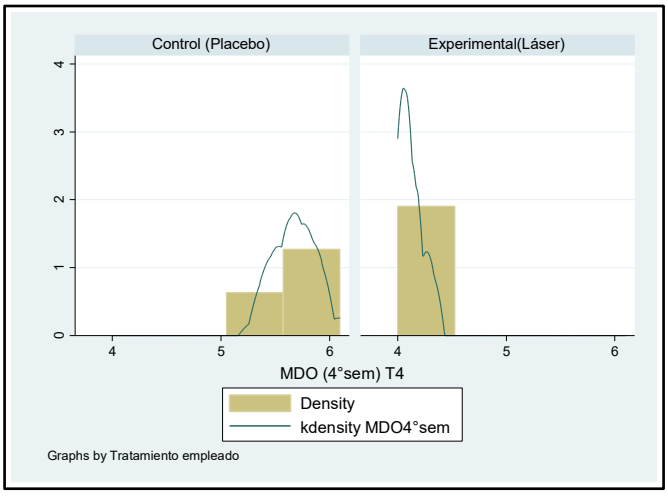
No hay Distribución Normal en la Intensidad de dolor T4





No hay Distribución Normal en el Movimiento dentario ortodóncico T4



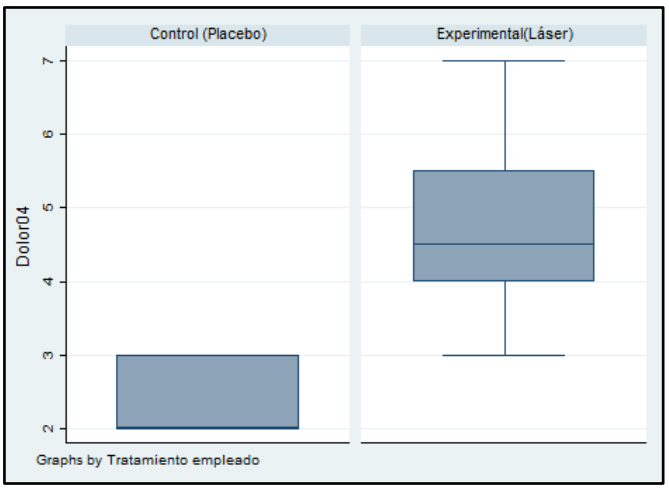


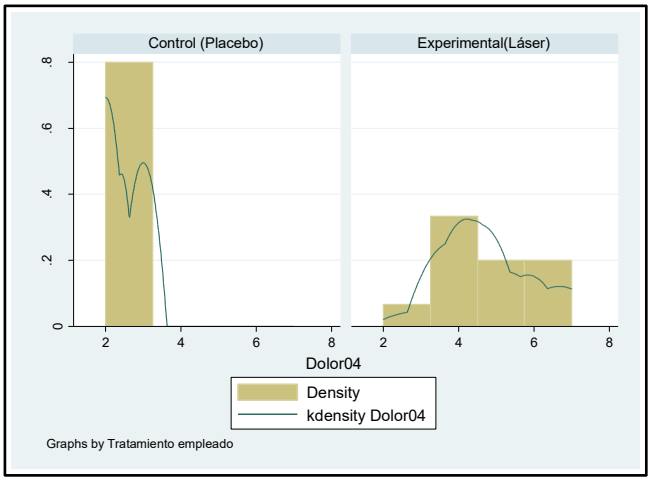
Se observa que las variables dependientes: Intensidad de dolor en T4 y Movimiento dentario ortodóncico (MDO) en T4 no siguen una distribución normal según los gráficos de cajas, motivo por el cual se optó por realizar pruebas no paramétricas para el presente estudio.

ANEXO 11

RESULTADOS DE LOS SUPUESTOS PARA APLICAR PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE WILCOXON

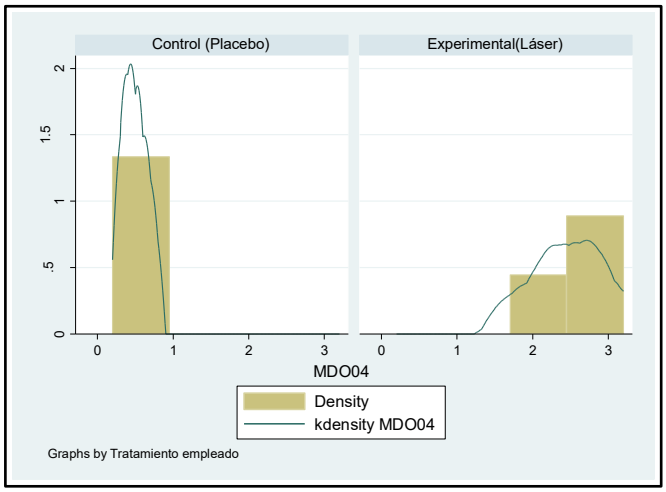
No hay Distribución Normal en la Diferencia de Intensidad de dolor (T0-T4)





No hay Distribución Normal en la Diferencia del MDO (T0-T4)





Se observa que las variables dependientes: Diferencia de Intensidad de dolor desde T0 hasta T4 y Diferencia del movimiento dentario ortodóncico (MDO) desde T0 hasta T4 **no siguen una distribución normal** según los gráficos de cajas e histogramas, motivo por el cual se optó por realizar pruebas no paramétricas para el presente estudio.

ANEXO 12

EQUIPO LÁSER THERAPY XT (DMC) λ: 808 nm y 100 Mw





ANEXO 13

CERTIFICADO DE CURSO DE CAPACITACIÓN DE LA ASOCIACIÓN PERUANA DE LÁSER EN ODONTOLOGÍA APLO-GELO

CERTIFICADO

La ASOCIACION PERUANA DE LÁSER EN ODONTOLOGÍA APLO - GELO certifica que:

La Cirujana Dentista Elva Esther Huatuco Del Solar, COP 27252, Maestranda de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, recibió un **"Curso de Capacitación de 08 (ocho) horas sobre la Terapia de Fotobiomodulación con énfasis en el manejo del Sistema Láser Therapy"**, a fin de ejecutar su Proyecto de Tesis titulado **"Efecto fotobiomodulador del láser en el dolor y magnitud del movimiento dentario de pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia fija"**.

La capacitación láser consistió:

- Sistemas Láser en Odontología de la Física a la Biofísica (Teoría)
- Terapia de Fotobiomodulación (TFBM) Fundamentos biológicos (Teoría)
- Entrenamiento con el Sistema Láser de Diodo modelo Therapy (Práctica)
- Uso de la Terapia de Fotobiomodulación en Ortodoncia. Protocolos clínicos (Teoría)
- Técnicas de aplicación láser en la aceleración del movimiento dentario (Práctica)

La persona asignada de realizar la capacitación fue el Dr. Sergio Jiménez Sánchez.

Se expide el presente certificado, para lo fines que la interesada crea conveniente.

Lima, 11 de noviembre 2023

Dr. Fabricio Hinojosa Pedraza
Presidente APLO - GELO

Dr. Sergio M. Jiménez Sánchez
Profesor encargado capacitación

ANEXO 14

CAPACITACIÓN DE LA INVESTIGADORA EN LA ASOCIACIÓN PERUANA DE LÁSER EN ODONTOLOGÍA





ANEXO 15

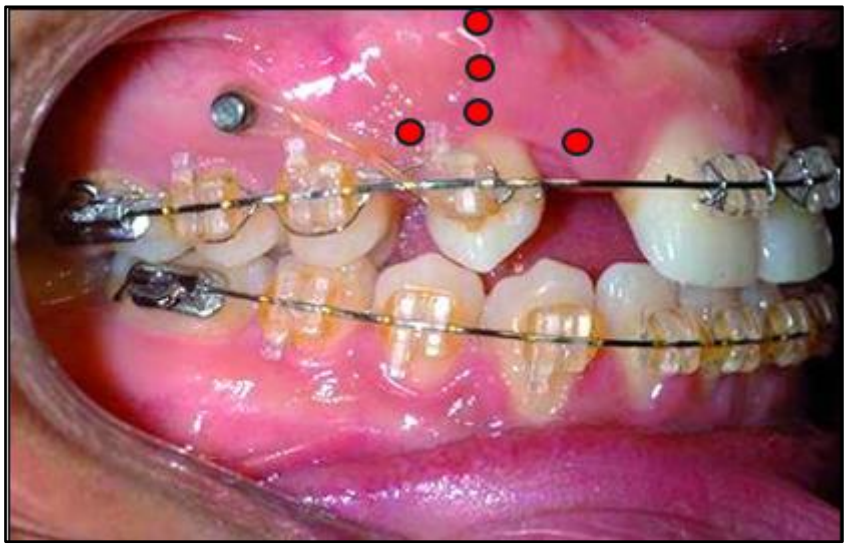
EQUIPOS Y MATERIALES DE LA MESA DE TRABAJO PARA LA EJECUCÍÓN DE TESIS



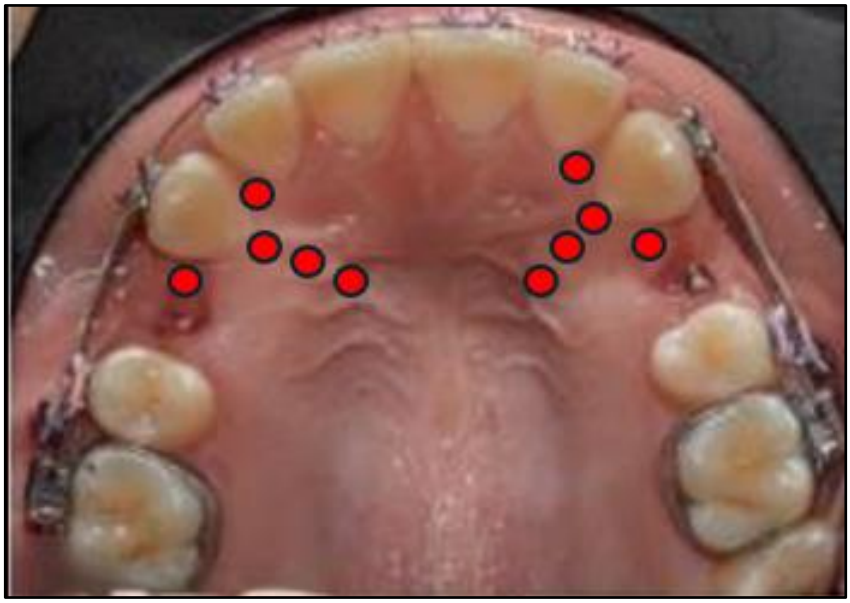
ANEXO 16

PUNTOS DE APLICACIÓN DE LÁSER EN PACIENTES ADULTOS CON TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA EN ZONA VESTIBULAR Y PALATINA

ZONA VESTIBULAR



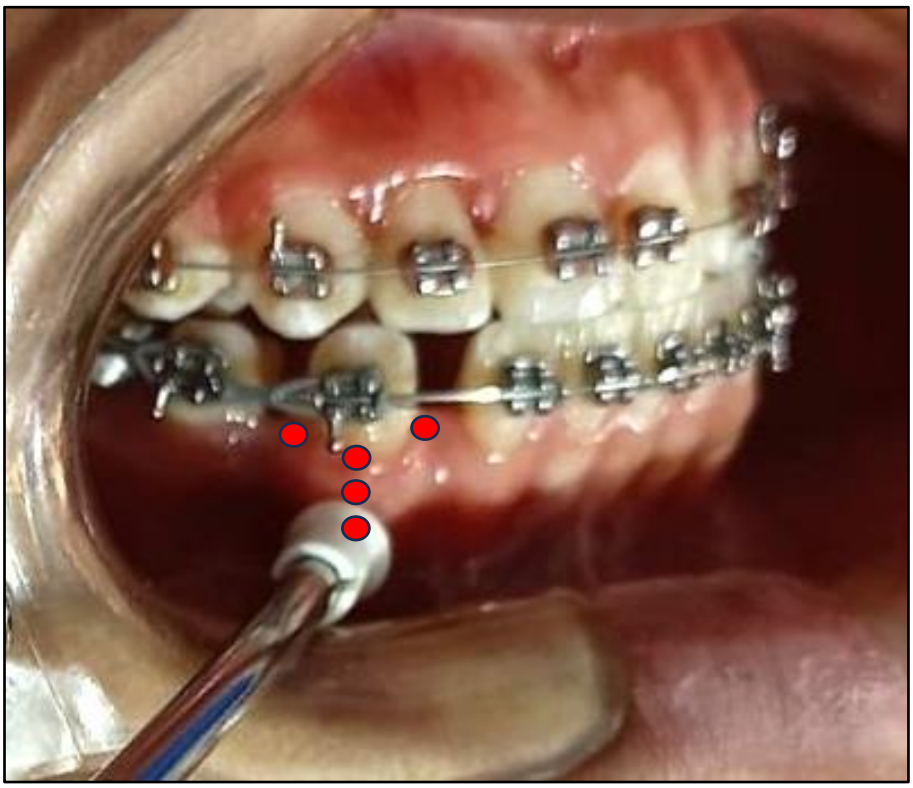
ZONA PALATINA



ANEXO 17

PUNTOS DE APLICACIÓN DE LÁSER EN PZA 4.3 CON MECÁNICA DE DESLIZAMIENTO





ANEXO 18

APLICACIÓN DE LÁSER EN PZA 4.3 (MESIAL, RADICULAR Y DISTAL)







ANEXO 19

APLICACIÓN DE LÁSER EN EL GRUPO EXPERIMENTAL





ANEXO 20

APLICACIÓN SIMULADA DE LÁSER EN EL GRUPO CONTROL





ANEXO 21

USO DEL CALIBRADOR DIGITAL MITUTOYO PARA MEDIR EL MOVIMIENTO DENTARIO ORTODÓNCICO

