



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL DOLOR
DENTAL EN EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ADRIANA THALÍA SOLÓRZANO BENÍTEZ

TUTORA: Esp. MARÍA TALLEY MILLÁN

MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*Dedicado con mucho cariño y amor
a mis padres Columba Benítez y Máximo Solórzano,
hermana y hermanos.
A la persona tan especial que me ha acompañado
en todo momento ...*

AGRADEZCO: A dios por darme la dicha de poder culminar una de las etapas más importantes de mi vida, una familia maravillosa, un compañero inigualable y unos amigos incomparables.

A mi padre Máximo Solórzano, por darme el ejemplo de que siempre tenemos que luchar por lo que queremos, enseñarme que debemos de esforzarnos para poder superarnos y sobre todo por brindarme su cariño y apoyo incondicional.

A mi madre Columba Benítez por ser una mama única que me brinda su apoyo, amor y comprensión incondicional en todo momento.

A mis hermanos Ángel Solórzano, Brandon Solórzano y Leslie Solórzano, por ser los mejores, brindarme su cariño y hacerme sonreír cuando lo necesito.

A Javier Omar Rodríguez Flores por ser mi compañero, apoyarme en todo momento, estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme todo su cariño y amor. A su mamá Georgina Flores Partida por su confianza.

A la Universidad Nacional Autónoma De México que me acogió desde hace varios años para brindarme una de las mejores preparaciones profesionales.

A todos los profesores que formaron parte de mi educación y generaron en mí un amplio conocimiento, gracias a todos ellos llegue hasta aquí. Agradezco a mi profesora Esp. Mary Thelma Talley Millan por adentrarme en su especialidad, enseñarme cosas que van más allá de la odontología, brindarme el apoyo y la confianza para llegar a culminar esta bella etapa de mi vida.

A la Dra. Patricia Verónica del Castillo López por ser la primera en brindarme la oportunidad de conocer este mundo de la odontología, creer en mí y convertirse en una buena amiga.

A Citlalli Martínez por ser más que una amiga y estar conmigo desde la niñez. A esos buenos amigos que me acompañaron en este largo camino sufriendo y disfrutando de esta larga travesía, que nunca se han olvidado de nuestra amistad y han estado conmigo en las buenas y en las malas Jacqueline Pimentel, Gabriela Quijano, Eva Montiel, Yuli Cervantes, Daniel Vargas, Mario Rojas, Liz Vicencio y Blanca Bravo .

*A todos los pacientes que confiaron en mí. **Gracias a todos!!!!***



ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN	7
II.PROPÓSITO	10
III.OBJETIVOS	10
IV.ANTECEDENTES	11
1. DOLOR	13
1.1 SISTEMA NERVIOSO (SN)	14
1.1.1 SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)	15
1.1.2 SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO (SNP)	16
1.1.2.1 SISTEMA NERVIOSO SOMÁTICO	18
2.2 VÍAS DE TRANSMISIÓN DEL DOLOR	18
1.3 CLASIFICACION DEL DOLOR	21
1.3.1 DURACIÓN (TIEMPO)	22
1.3.1.1 DOLOR AGUDO	22
1.3.1.2 DOLOR CRÓNICO	22
1.3.3 DOLOR NOCICEPTIVO O SENSORIAL	23
1.3.3.1 DOLOR SOMÁTICO O CUTÁNEO.	24
1.3.4 DOLOR NEUROPATICO	24
1.3.5 DOLOR INFLAMATORIO	25
1.4 VIA DE INHIBICIÓN DEL DOLOR	26
2. PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA	27
2.1 MOVIMIENTO DENTAL.	28
2.1.1 TEORÍAS DEL MOVIMIENTO DENTAL.	32
2.2 ELEMENTOS CELULARES Y MOLECULARES INVOLUCRADOS EN LA RESPUESTA AL MOVIMIENTO DENTAL.	37
2.3 RESPUESTA CELULAR	43
2.4 FISIOLÓGÍA DEL MOVIMIENTO DENTAL	46



2.4.1 RESPUESTA A LA TENSIÓN	48
2.4.2 RESPUESTA A LA PRESIÓN	49
2.5 REACCIONES TISULARES DURANTE EL MOVIMIENTO DENTAL	51
2.5.1 EL LIGAMENTO PERIODONTAL (LPD)	51
2.5.2 HUESO ALVEOLAR	52
3. DOLOR EN EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA	54
3.1 MOVIMIENTO E INFLAMACIÓN	56
3.2 HIALINIZACIÓN	58
4. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL DOLOR	59
4.1 MEDICAMENTOS ANALGÉSICOS- ANTIINFLAMATORIOS	59
4.2 ESTÍMULOS VIBRATORIOS	69
4.2.1 GOMAS DE MASCAR	70
4.2.2 BANDAS DE ACRÍLICO SUAVE	70
4.2.3 MICROPULSACIONES	71
4.3 LASER TERAPÉUTICO	73
4.3.1 SOFT LASER	73
4.4 TERAPIAS PSICOLÓGICAS	76
4.4.1 COGNITIVA- CONDUCTUAL	76
4.4.2 PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA	77
4.5 ESTIMULACIÓN NERVIOSA ELÉCTRICA TRANSCÚTANEA (TENS)	79
4.6 HOMEOPATÍA	81
4.7 ACUPUNTURA	81



5. DISCUSIÓN	85
6. CONCLUSIONES	86
7. FUENTES DE INFORMACIÓN	88
8. FUENTES DE IMÁGENES	93
9. FUENTES DE TABLAS	94



I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de ortodoncia hoy en día es uno de los más buscado por los pacientes para tener una mejor apariencia física, al utilizar la aparatología, a lo largo del tratamiento se empiezan a presentar problemas como ausencia del paciente, descuido de los aparatos, presencia de lesiones y sobre todo, y la más importante, la presencia de dolor, la cual está vinculada a la falta de cooperación del paciente y en el menor de los casos al retiro de la aparatología.

En ortodoncia la aplicación de las diferentes técnicas para la corrección de maloclusiones, es una causa de manifestación de dolor leve a moderado en los dientes, durante el tratamiento, siendo este el principal factor de prolongación del tratamiento o retiro del mismo.

El dolor es considerado como una sensación desagradable asociada con una lesión, que altera el lugar en donde se presenta, dicha sensación ha estado presente desde el origen del ser humano, lo cual ha llevado a los pacientes y al especialista a buscar métodos para su alivio.

La aplicación de fuerzas que estimulan a las células del ligamento periodontal (LPD) y óseas, activan una respuesta parecida a la inflamación, que conlleva a la estimulación de la vía del dolor por los receptores presentes en el ligamento periodontal (LPD), dando como resultado la presencia de una sensación dolorosa, que se presentara durante las primeras 48 horas de la aplicación de la fuerza, después los dientes se acoplaran a dicho movimiento, por lo que la molestia desaparece.



La presencia del dolor en el tratamiento de ortodoncia es la manifestación más frecuente, por lo que actualmente se están realizando investigaciones para crear métodos que se puedan utilizar para disminuir o desaparecer dicha molestia y llevar un tratamiento indoloro, obteniendo así la total cooperación del paciente y éxito en el tratamiento.

Actualmente los métodos más usados para manejar el dolor durante el tratamiento son, medicamentos analgésicos-antiinflamatorios que en el mercado existen un sinnúmero de estos que son de libre venta, principalmente los AINES, por lo que el paciente puede adquirirlos de manera irracional, el problema que conlleva el uso de este tipo de terapia, si es utilizada por periodos prolongados, es que actúan en la cascada de la inflamación, inhibiendo principalmente la biosíntesis de prostaglandinas y leucotrienos, por lo que se detendrán o atrasarán los movimientos dentales, llevando a la pausa el tratamiento, y a largo plazo al fracaso.

Por otro lado existe la aplicación de estímulos vibratorios, considerado como un método no farmacológico, no invasivo y con gran colaboración por parte del paciente, en este grupo se encuentran las gomas de mascar, las cuales se pueden coadyuvar con el uso de analgésicos para obtener mejores resultados; también en esta gama se integran las bandas de acrílico que tienen un mecanismo de acción igual a las gomas de mascar. Actualmente salió al mercado un nuevo producto que emite micropulsaciones en el complejo del diente-LPD.



Gracias a los avances tecnológicos en los últimos años se ha implementado la aplicación del láser terapéutico con fines analgésicos, antiinflamatorios y regeneradores tisulares, ayudando a que las células trabajen de manera acelerada; en el mercado se encuentran una gran variedad por lo que se tienen varias opciones para su aplicación, principalmente se usa el de luz infrarroja.

En contraste al uso de medicamentos, existe la medicina homeopática, empleando métodos naturales, dejando a un lado la medicina alópata. Con las investigaciones que se han hecho recientemente, se ha encontrado la aplicación del manejo psicológico del paciente empleando terapias psicológicas como: cognitiva-conductual y programación neurolingüística, con el manejo de las emociones, las alternativas mencionadas anteriormente, ayudan a que el paciente acepte el tratamiento con el manejo de la conducta y su entorno.

Recientemente se aplica un método conocido como estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) que consiste en la aplicación de corrientes eléctricas en las zonas de dolor para obtener un efecto analgésico.

Por último se tiene la aplicación de la acupuntura, la cual es utilizada para manejar el dolor durante las activaciones en el tratamiento de ortodoncia, aplicándose en puntos específicos para el manejo del dolor.



II. PROPÓSITO

Conocer las diferentes técnicas y aplicaciones para el manejo del dolor dental que se presenta en el tratamiento de ortodoncia así como la respuesta fisiológica de las estructuras involucradas.

III. OBJETIVOS

- Conocer las alternativas para el manejo del dolor dental en el tratamiento de ortodoncia y el mecanismo fisiológico del movimiento dental.
- Explicar la respuesta de los tejidos periodontales, al momento de aplicar fuerza en el tratamiento de ortodoncia.
- Conocer los diferentes métodos para controlar el dolor, durante el tratamiento de ortodoncia.
- Determinar que métodos para manejar el dolor se encuentran disponibles y cuáles son los más utilizados.
- Conocer con que métodos se obtienen mejores efectos analgésicos.
- Identificar el mecanismo de acción de cada método.



IV. ANTECEDENTES

Los tratamientos de corrección de las maloclusiones, se basan en la aplicación de diferentes fuerzas para lograr la correcta posición dental o la ideal, según sea el caso, dichos tratamientos se han llevado a cabo desde hace algunos siglos.

En el siglo XI Galeno y Edward Stone en 1763, utilizaban métodos empíricos y polvo de sauce para el tratamiento del dolor. Entre los años 1829 a 1913, Norman William Kingsley, comenzó a hablar sobre la corrección de las malposiciones. Más adelante aparece el Dr. Edward H. Angle (1855-1930), considerado el fundador de la ortodoncia científica, el Dr., aplicó conceptos para la correcta alineación dental. Con el auge del avance científico en 1875, aparece John Nutsing Farrar, habla en su tratado "*Treatise on the irregularities of the teeth and their correction*", sobre la aplicación de las leyes fisiológicas durante el movimiento dentario para prevenir el dolor, aplicando tratamientos pasivos y sin dolor. Años más tarde, en 1899 Sirreon Guilford, habla sobre las reglas para aplicar las fuerzas durante el tratamiento de ortodoncia, en su libro de "*Orthodontica*".^[1]

El dolor según Merskey (1964) es una "experiencia desagradable que asociamos primariamente con una lesión tisular o descrita como tal", dicha experiencia ha estado presente desde el origen del ser humano, lo cual ha llevado a la búsqueda de diferentes métodos terapéuticos para disminuirla o quitarla.^[2]



No es hasta el siglo XIX en donde los especialistas se preocupan por saber con qué se va a mitigar el dolor y en 1981 Rinchuse y cols., estudian el efecto de la aspirina e ibuprofeno para la disminución del dolor durante el tratamiento de ortodoncia. ^[1, 3]

En 1988 Larry White menciona el término de dolor en los tratamientos de ortodoncia demostrando la importancia de su manejo para obtener la cooperación del paciente y no fracasar en los diferentes tratamientos. ^[1]

Más adelante se encuentra que en el siglo pasado se pone más interés por establecer como se presenta el dolor y en que etapas del tratamiento se hace más presente, por lo que en 1992 Jones y cols., realizan un estudio para determinar con que intensidad se presenta el dolor durante la etapa inicial del tratamiento. Con el paso del tiempo surgen más inquietudes, por lo que en 1996 Shever y cols., hacen una investigación para determinar la intensidad, ubicación y duración de las molestias después de la colocación de la aparatología. Años más tarde, en el 2000 Sergl Hans George y cols., estudian las relaciones entre el tipo de aparatología y el dolor que producían. ^[4]

Con el paso de los años surgieron más interrogantes sobre que otros métodos se podrían utilizar para quitar las molestias durante el tratamiento de ortodoncia, por lo que en el 2003 Stacy y cols., realizan estudios sobre la aplicación de la terapia vibratoria y como ayuda para la disminución del dolor. Posteriormente en el 2009 Corrales y cols., hablan sobre la aplicación de la programación neurolingüística como tratamiento para disipar las molestias durante el tratamiento. ^[4]



1. DOLOR

El dolor se define como una “experiencia sensorial subjetiva desagradable asociada a una lesión hística real o potencial, o que se describe como ocasionada por dicha lesión o cuya presencia es revelada por manifestaciones visibles y/o audibles de la conducta” según la International Association For The Study Of Pain (IASP). Con la definición anterior se demuestra que es una función del sistema nervioso periférico (SNP), por la presencia de una sensación, y del sistema nervioso central (SNC) por la percepción del dolor; por lo tanto el dolor se considera como un evento bioquímico, eléctrico, fisiológico y mental. [2, 5, 6]

El dolor se considera como una reacción indispensable para la supervivencia del ser humano, ya que alerta sobre la presencia de noxas (condiciones nocivas para los tejidos); es considerada una sensación subjetiva ya que cada ser humano tiene un umbral y una percepción diferente, la localización del dolor permite al especialista descubrir el origen y la causa del mismo.

Los responsables de la sensación dolorosa son los nociceptores, que son terminaciones libres presentes en todos los tejidos del cuerpo humano, excepto en el tejido nervioso. Los nociceptores son estimulados mecánica, física y químicamente, liberando mediadores químicos, que si hay lesión hística, conlleva a una respuesta de inflamación acompañada de dolor. El estímulo doloroso es llevado mediante neuronas aferentes del sistema nervioso periférico hacia el sistema nervioso central para dar una respuesta rápida ante dicho estímulo. [5]



1.1 SISTEMA NERVIOSO (SN)

El sistema nervioso junto con otros sistemas del cuerpo humano es el responsable de mantener la homeostasis, regulando las actividades corporales, encargándose de las percepciones, conductas y recuerdos; y permitiendo la realización de movimientos motrices.^[5]

Este sistema está compuesto por estructuras anatómicas importantes como redes altamente especializadas y organizadas de neuronas, células gliales, encéfalo, nervios craneales y sus ramas, ganglios nerviosos, plexos entéricos y receptores sensitivos. Las neuronas están conformadas por un cuerpo, axón y dendritas, la mayoría de los cuerpos se encuentran en el SNC, los que no se agrupan en ganglios fuera de este. Muchos axones conforman fibras nerviosas que son capaces de transmitir impulsos eléctricos y químicos. Las neuronas se clasifican en aferentes, que conduce el estímulo hacia el SNC, y eferentes que se dirigen hacia el SNP.^[7]

Las funciones del sistema nervioso son sensitivas, las cuales se dividen en internas, que detectan estímulos como el aumento de acidez en la sangre, y externos que se estimulan por presión, calor, frío, etc.; por otro lado se tiene la función integradora, la cual procesa información sensitiva, analizándola y conservándola para poder obtener respuestas certeras ante los estímulos presentes en ese momento o en un futuro. Por último se tiene la función motora la cual permite el movimiento de todos los músculos que integran el cuerpo humano.^[5]



1.1.1 SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

El sistema nervioso central es el encargado de integrar, tomar decisiones de todas las actividades del cuerpo humano y de procesar toda la información que proviene del exterior. Una vez que las neuronas aferentes, conocidas como fibras sensitivas, reciben los estímulos nociceptivos del exterior, transducen y transmiten dicha información hasta los centros encefálicos superiores, llegando así al SNC y dando lugar al proceso de la información del dolor y respuesta al sistema nervioso periférico (SNP) mediante los nervios motores (efectores). ^[5,7]

El SNC se encuentra dividido en:

- **Telencéfalo:** comprendido por la corteza cerebral, está encargado de la actividad consciente sensitiva, motora y de la actividad cognitiva.
- **Diencéfalo:** conformado por diferentes estructuras que son el tálamo, encargado de la integración sensitiva, motora y de relevo hacia la corteza cerebral; hipotálamo lleva a cabo el control hormonal y la actividad visceral; subtálamo regula el sistema motor, y por último el epitálamo, encargado de la actividad reproductora de los seres humanos.
- **Tallo cerebral:** estructura por donde salen los nervios craneales del III al XII par craneal, encargándose de funciones como el olfato, sensibilidad facial, gusto, etc.
- **El cerebro:** considerado un procesador de datos altamente sofisticado que contiene circuitos nerviosos encargados de analizar los datos del exterior y guardar información, para dar una respuesta al exterior.

- **Medula espinal:** considerada como la vía de comunicación que transmite señales sensitivas y motoras al SNC y SNP; encargada de los reflejos musculares, ya que de ella salen los nervios espinales. [8]

Figura 1.

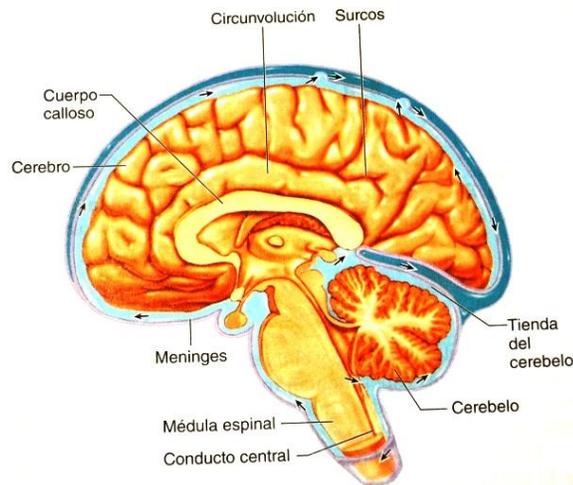


Figura 1. Sistema Nervioso Central.¹

1.1.2 SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO (SNP)

Esta parte del sistema nervioso está encargada de recolectar información sensitiva y transmitirla hacia el SNC para su procesamiento. Las neuronas que lo componen son fibras nerviosas aferentes primarias nociceptivas encargadas de la percepción del dolor, se les encuentra en la piel, mucosa oral y pulpa dental. Se encargan de la percepción de estímulos de presión, vibración y propiocepción. [9,10]

Los receptores sensitivos son estructuras neurológicas encargadas de llevar información hacia el SNC mediante neuronas aferentes, se clasifican en:

- **Exterorreceptores:** Encargados de enviar la información externa al SNC, se encuentran localizados en toda la periferia del cuerpo humano. En esta clasificación se encuentran los mecanorreceptores, presentes en la piel, encargados de enviar sensaciones de tacto y presión, y termorreceptores que detectan el calor y el frío en la piel.
- **Propioceptores:** se encargan de la posición y el movimiento de las estructuras del cuerpo humano localizándose principalmente en los músculos, tendones y articulaciones.
- **Nociceptores:** encargados de recibir los estímulos nocivos del exterior y enviarlos hacia el cerebro.
- **Interoceptores:** se encarga del monitoreo de procesos internos y de las estructuras encargadas de dichos procesos en el cuerpo humano.
- **Quimiorreceptores:** receptores principales del gusto y del olfato, presentes también en las vísceras, son estimulados ante la presencia de algún cambio en la composición química del medio interno. [7,11]

Figura 2.



Figura 2. Receptores sensitivos.²



1.1.2.1 SISTEMA NERVIOSO SOMÁTICO

El sistema nervioso somático es considerado voluntario, ya que se encarga de todas las funciones que implican movimiento y sensaciones, está compuesto por neuronas motoras y sensitivas presentes en tejidos y órganos, pueden ser superficiales o profundas. Las neuronas sensitivas transportan aferencias de los sentidos especiales y de los receptores de los sentidos somáticos, como los son el dolor, temperatura, tacto etc. ^[5]

2.2 VÍAS DE TRANSMISIÓN DEL DOLOR

La información que envían los nociceptores al momento de la lesión es enviada al cerebro a través de diferentes vías. Los nociceptores son terminaciones nerviosas libres de neuronas sensoriales primarias con somas en los ganglios de la raíz dorsal de la medula espinal. ^[7]

Las fibras aferentes que se encuentran en diferentes zonas del cuerpo son:

- **Fibras A β** : terminaciones nerviosas mielinizadas de conducción rápida, responden al tacto superficial. Su activación está dada por una estimulación mecánica indolora, previa al dolor. Codifican estímulos dolorosos durante la inflamación y son las primeras en ser estimuladas por factores externos.
- **Fibras A δ** : neuronas ligeramente mielinizadas, encargadas de recibir estímulos mecánicos nocivos. Están involucradas con el primer dolor de aparición inmediata y localizado.



- **Fibras C:** terminaciones amielínicas, conocidas como nociceptores polimodales, ya que responden a estímulos nocivos térmicos, eléctricos, mecánicos y químicos. Involucrados con el segundo dolor el cual es quemante y de localización no específica, se denominan fibras de impulsos rápidos. ^[7,9]

La vía del dolor se activa cuando el estímulo nociceptivo despolariza al nociceptor, este es el primer paso que se conoce como reacción de transducción, que se da por la presencia de componentes como la sustancia P, bradiquinina, opiáceos, histamina, serotonina, prostaglandinas (Pg), capsaicina, ATP, hidrogeniones, citoquinas y factores neutróficos; después se envía un mensaje nociceptivo que va desde la periferia hasta el SNC a través de fibras aferentes primarias, este proceso es conocido como transmisión de estímulos, estas fibras penetran en la medula espinal por las raíces posteriores hasta llegar al asta dorsal haciendo sinapsis con otra neurona (neurona aferente primaria) que se encuentran en la lámina I, II, o V; dichas neuronas se cruzan al lado opuesto y van del asta dorsal al asta ventral dirigiéndose al tallo cerebral en donde siguen la vía espinotalámica lateral, este paso se conoce como modulación, enseguida el estímulo es enviado al tálamo e hipotálamo, haciendo relevo en estructuras límbicas y después hacia la corteza cerebral, en donde se tiene la percepción del dolor como tal, aquí la transducción, transmisión y modulación interactúan con todo el entorno y se crea la experiencia sensorial del dolor. ^[9,12] Figura 3.

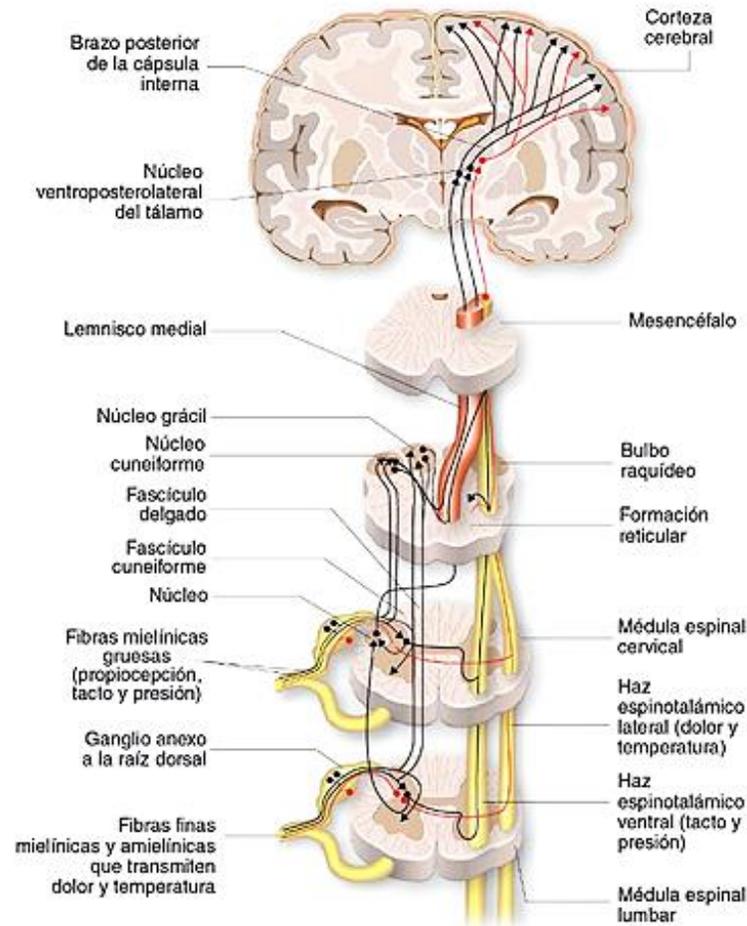


Figura 3. Vía del dolor.³

Las vías del dolor presentes en el cuerpo humano son la espinotalámica y espinoreticular. La vía espinotalámica está compuesta por neuronas que envían prolongaciones que ascienden a la médula espinal por la parte lateral hasta el tálamo posteroventral, el cual consta del tracto paleoespinotalámico que transmite información de nocicepción de las fibras C, y el tracto neoespinotalámico que recibe información de las fibras A. En diferentes estudios llevados a cabo se identificó que el tálamo es el responsable de manifestar el dolor y la identificación, localización e intensidad del dolor está dada por la corteza cerebral.^[13]

La vía espinoreticular contiene neuronas con prolongaciones a los núcleos reticulares del tallo cerebral, ascendiendo hacia el tálamo, hipotálamo y sistema límbico, considerados componentes emocionales del dolor. [13]
Figura 4.

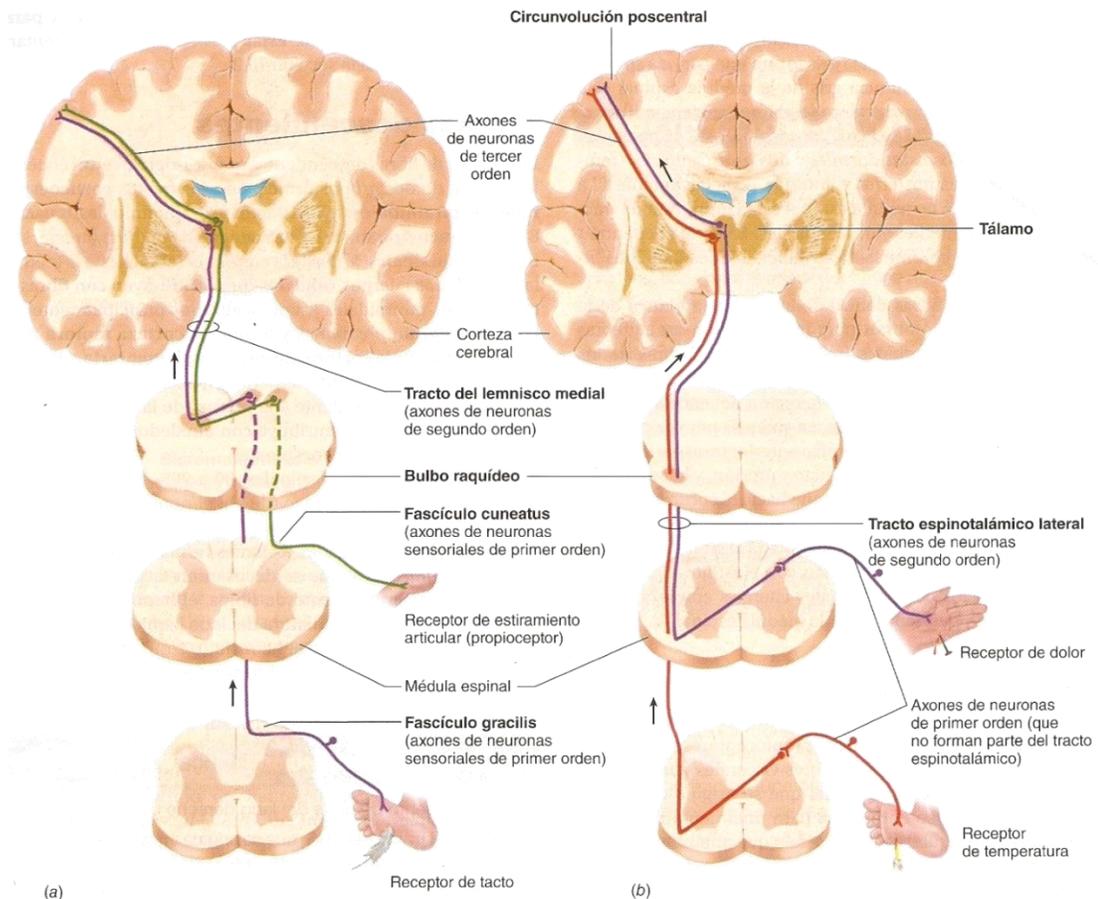


Figura 4. Vías sensitivas.¹

1.3 CLASIFICACION DEL DOLOR

Actualmente se ha clasificado al dolor de acuerdo a varias variantes que puede ser desde su origen, tiempo de manifestación hasta el lugar en donde se presenta, encontrando en la literatura las siguientes clasificaciones.



1.3.1 DURACIÓN (TIEMPO)

1.3.1.1 DOLOR AGUDO

Según la IASP, el dolor agudo se define como “una experiencia sensorial desagradable y compleja, perceptual y emocional relacionada con respuestas autónomas producidas por daño o estructuras somáticas y/o viscerales”. Es el principal síntoma que determina una enfermedad con duración limitada, dicho síntoma es provocado por estímulos nocivos, daño tisular o funcionamiento anormal de estructuras somáticas; su aparición es una alarma sobre posibles inconvenientes, promoviendo el reposo, la presencia de reflejos de protección y posturas de defensa. Se puede presentar durante la reparación celular del daño evidente, que pueden ser los primeros 6 meses, si el dolor agudo no es tratado evoluciona a un dolor crónico. Las causas más frecuentes de su aparición son traumas (dolor post-traumático) y cirugías (dolor post-quirúrgico). Este tipo de dolor se presenta con tensión muscular, ansiedad asociada a una facie dolorosa, aumento de la actividad adrenosimpática, presión arterial, la hormona adrenocorticotropa (ACTH) y β -lipotronina, taquicardia, taquipnea, midriasis, palidez y sudoración; todo lo anterior dependerá con el grado de daño presente.^[2,12]

1.3.1.2 DOLOR CRÓNICO

Es considerado un dolor persistente y propio de la enfermedad que se está presentando. Se desarrolla después del daño original (6 meses después de aparecer la lesión) y se manifiesta de manera constante, se da por una respuesta anormal a la aplicación de estímulos y persistencia del daño. Este tipo de dolor se presenta con alteraciones físicas, emociones dañadas, aspecto social denigrante y afectación económica por los múltiples tratamientos que ya pudieron haber sido puestos en marcha.^[2, 7,14]

Esta sensación se manifiesta por los pacientes como un dolor sordo y continuo. El tratamiento que se lleva a cabo es plurifarmacológico debido al tiempo de evolución. [2, 7,14]

1.3.3 DOLOR NOCICEPTIVO O SENSORIAL

Este tipo de dolor se presenta por daño o lesión a los órganos somáticos o viscerales, por la aplicación de estímulos externos agudos, es percibido como una sensación dolorosa transmitida por la aplicación de estímulos nocivos que activan el sistema neurofisiológico, mediante los nociceptores periféricos que estimulan las vías de sensibilidad del dolor y de aquí se van hasta la corteza cerebral. Presenta una duración limitada ya que estará presente solo cuando este el estímulo nocivo, una vez retirado, el dolor tiende a desaparecer. Dentro de su estudio se divide en somático o cutáneo. [2,15] Figura 5.

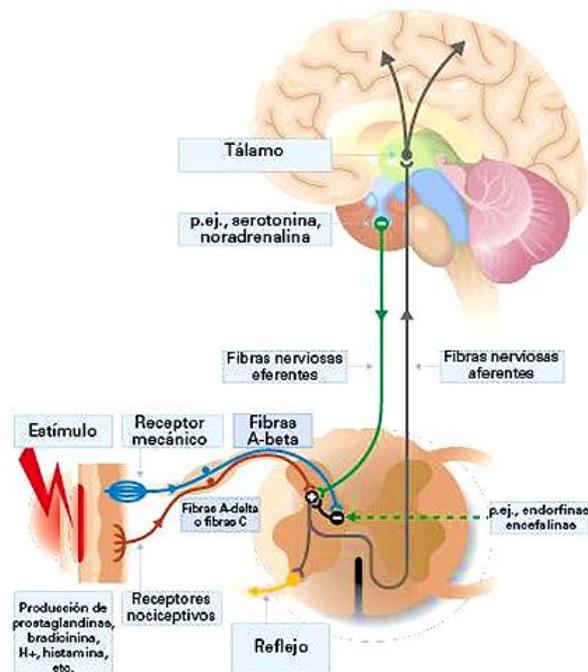


Figura 5. Dolor nociceptivo.⁴



1.3.3.1 DOLOR SOMÁTICO O CUTÁNEO.

Este tipo de dolor se puede presentar por lesión en la piel, musculo, articulaciones, ligamentos o huesos, es localizado y circunscrito a la zona dañada. Se empieza a manifestar como sensación clara y precisa relacionada al estímulo.

Este tipo de dolor se clasifica:

- **Superficial:** se considera como un dolor cortante o quemante, que presenta hormigueo en la zona, punzante y agudo. Es originado por estímulos térmicos, mecánicos, eléctricos y químicos. De localización precisa y con presencia de hiperalgesia, hiperestesia y analgesia.
- **Profundo:** se presenta como un dolor agudo, quemante y, lancinante. Es difuso y mal localizado, presentándose por la estimulación de las fibras A δ y fibras C. Puede ser tratado con medicamentos opiáceos. [2]

1.3.4 DOLOR NEUROPATICO

Se manifiesta como un dolor aplastante, considerado por los pacientes como horrible, quemante y eléctrico. Se presenta por procesos somatosensoriales aberrantes e inducido por lesiones a estructuras del sistema nervioso central o periférico. Se puede presentar espontáneamente en ausencia de lesión causal, por tacto o estímulos mecánicos de baja intensidad. Debido a su intensidad no se puede tratar con medicamentos opiáceos, y se considera muy difícil de tratar. [2] Figura 6.

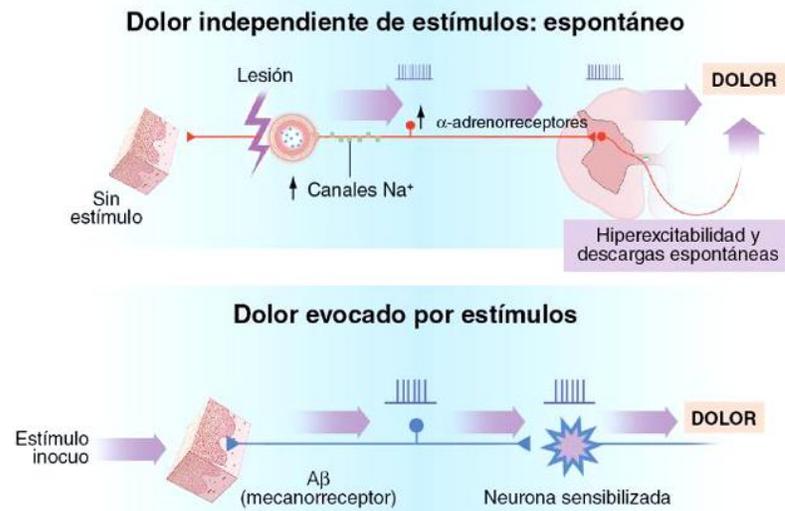


Figura 6. Dolor neuropático.⁴

Dentro de esta clasificación se desglosa el dolor psicógeno que es evidente cuando los pacientes tienen problemas psicológicos muy fuertes, considerándolos psicósomáticos. Los pacientes presentan una respuesta exagerada ante todos los estímulos, presentándose como un dolor vago, mal definido, migratorio o localizado en puntos variables. Generalmente los síntomas desaparecen con el sueño.^[2]

1.3.5 DOLOR INFLAMATORIO

Es un dolor que se denomina de tipo agudo, se asocia a necrosis e inflamación ya que aparece en la zona de lesión. Tiene una función protectora ya que aumenta la sensibilidad del sistema y favorece la reparación de la zona dañada.^[16]

1.4 VIA DE INHIBICIÓN DEL DOLOR

La estructura responsable de la inhibición del dolor se encuentra localizada en la sustancia gelatinosa de Rolando, ubicada en el asta dorsal de la medula espinal, considerada como la “compuerta” de los impulsos que entran y ascienden hasta es tracto espinotálamico. ^[13]

Existe la teoría de la compuerta para el control del dolor (Melzack y Wall, 1980), establece que cuando se tiene un estímulo táctil suave sobre el área afectada, existe la mediación de células T, que llevan información de fibras de conducción lenta, e interneuronas que pueden ser capaces de inhibir las respuestas de estas células. La interneurona es activada por fibras de propagación rápida, por lo tanto cuando se activa una interneurona con estímulos táctiles, se bloquea la célula T y se suprime la respuesta nociceptora de estas. Existen vías descendentes del tallo cerebral que llegan hasta la sustancia gelatinosa de Rolando para modular la vía nociceptiva, mediante la inhibición presináptica de la libración de sustancia P por la neurona primaria, los mediadores químicos que aparecen son serotonina y neurotransmisores. Las proyecciones modulativas que ayudan a inhibir la vía del dolor son, la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo, que tiene proyecciones hacia el asta dorsal, formando la vía fascicular longitudinal dorsal, los núcleos retículo paragigantocelular (forma parte de la vía fasciculada longitudinal dorsal) y el núcleo dorsal del rafe. ^[13] Figura 7.

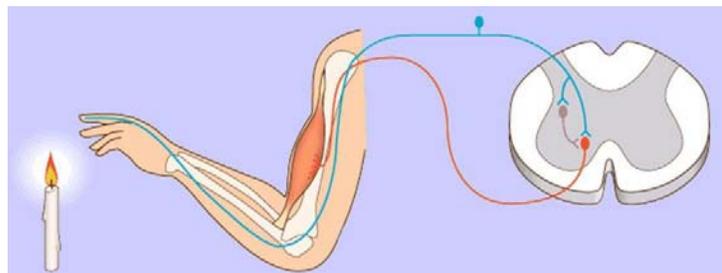


Figura 7. Inhibición del dolor.⁵

2. PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA.

La biomecánica es una ciencia que se encarga de explicar física y mecánicamente los movimientos que se realizan sobre las estructuras del cuerpo humano, en el caso de la ortodoncia explica que sistemas de fuerzas pueden aplicarse y al mismo tiempo tener un control del movimiento que se requiere (análisis de fuerzas), estudia que materiales liberan o almacenan, distribuyen o reciben las diferentes fuerzas que se emplean, y por último que sucede en el sistema vivo al aplicar dichas fuerzas que realizan movimientos en las estructuras dentales y faciales. Todo lo anterior le sirve al especialista para saber qué control debe de llevar al momento de realizar los movimientos; obtener el movimiento deseado en sentido, dirección y distancia requerida, y tener una reacción óptima de los tejidos periodontales, para que aparezcan mínimas molestias y efectos adversos.^[17,18] Figura 8.

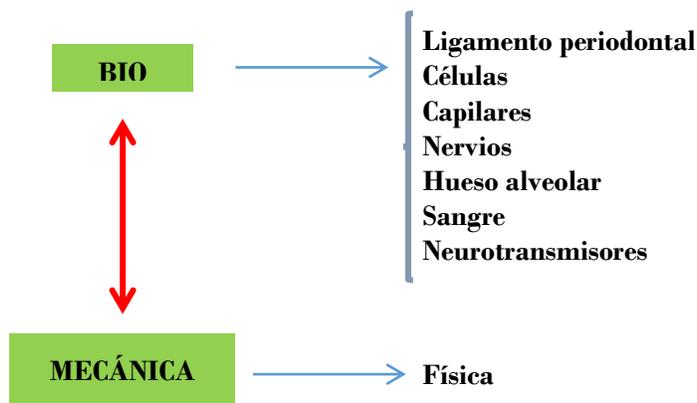


Figura 8. Relación entre los componentes biológicos de periodonto y mecánica.⁶

2.1 MOVIMIENTO DENTAL.

En la vida cotidiana para poder realizar algún movimiento se necesita aplicar una fuerza (F), la cual es denominada como una acción que modifica el estado de reposo de algún objeto, trasladándolo a la ortodoncia se tendrá que al aplicar la acción, es decir la fuerza, se modificara el estado de reposo del diente, lo anterior se hará con la aplicación de vectores de fuerza con dirección y magnitud sobre una línea de acción. El movimiento ortodóncico es inducido por estímulos mecánicos, como la fuerza (F) y la respuesta celular del complejo del LPD junto con el hueso alveolar, por lo que el movimiento dental se traduce en la actividad celular. [17,18]

Para que el movimiento dental se lleve a cabo se necesita aplicar una presión prolongada sobre el diente la cual producirá movimiento por deflexión en el hueso alveolar que desencadenara eventos biológicos y moleculares en los elementos que componen el LPD y el hueso, creando una remodelación de la zona. Toda fuerza aplicada en el diente se verá reflejada en los tejidos de soporte que son el hueso alveolar y el LPD, la respuesta de dichos tejidos dependerá de la magnitud de la fuerza aplicada. [17,18] Figura 9.

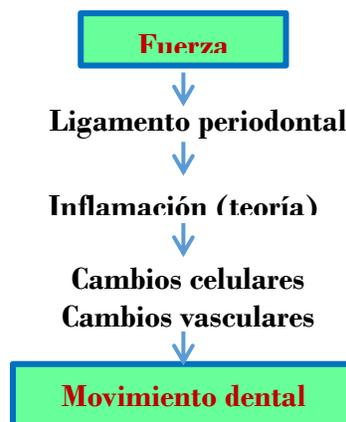


Figura 9. Fuerza y eventos biológicos que producen el movimiento dental.⁶



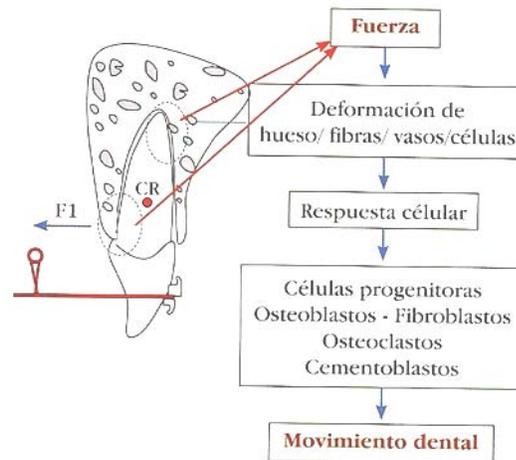
Al aplicar una F en el diente para moverlo se tiene que tomar en cuenta la frecuencia, que debe ser continua; la intensidad leve y el tiempo de aplicación por un periodo largo. La aplicación de fuerzas mantenidas debe estar presente durante un tiempo considerable para obtener un movimiento eficaz. [17,18]

Existe una clasificación de las fuerzas usadas en ortodoncia, estas son:

- **Continua:** fuerza que se mantiene entre un tiempo y otro, sin la disminución o aumento de esta.
- **Interrumpida:** disminución de la aplicación de la fuerza de forma paulatina, a un nivel nulo.
- **Intermitente:** disminución de la aplicación de la fuerza de forma abrupta. [17,18]

Por otro lado las fuerzas aplicadas deben de ser leves para tener una reabsorción frontal y un movimiento leve, por el contrario si se aplica una fuerza intensa el movimiento será demorado por la presencia de reabsorción basal (7-14 días), denominándose fuerza destructiva. La fuerza ideal que se debe de usar es la fuerza leve y moderada. [18]

Las estructuras que permiten que el movimiento dental se manifieste son las células mesenquimatosas que se diferencian en fibroblastos u osteoblastos; elementos vasculares y neuronales, y líquido hístico que proporciona la propiedad hidráulica del ligamento periodontal. [6, 17,18] Figura 10.



CR: centro de resistencia.

Figura 10. Eventos celulares que regulan la respuesta biológica para que el diente se mueva. ⁶

La fuerza aplicada en el periodonto realiza compresión en una zona dando lugar a la resorción, y por otro lado distensión, logrando la aposición ósea, todo lo anterior depende de la intensidad, tiempo y lugar de la fuerza. ^[18]

La respuesta de los tejidos dependerá del grado de fuerza que se ejerza, por lo que fuerzas intensas dan lugar a una rápida aparición del dolor y zonas hialinas; las fuerzas aplicadas en menor intensidad son compatibles con la supervivencia de células del LPD y una adecuada remodelación ósea, mediante una resorción frontal. ^[19] Tabla 1.



Características de las fuerzas		
Optima	Ligera	Intensa
No debe de provocar dolor	Reabsorción frontal	Dolor
No debe de producir reabsorciones	Movimiento rápido y veloz por que estará controlado y será gradual	Necrosis
No debe de haber daño tisular		Reabsorción basal
No debe de exceder la presión capilar 26 g/cm ³		Retraso en cantidad y velocidad del movimiento. Hialinización Movimiento traumático

Tabla 1. Características de las fuerzas.

Como menciona Proffit, en su libro “*Ortodoncia contemporánea*”, erróneamente se piensa que a mayor fuerza mayor movimiento dental, y se debe tomar en cuenta que si se aplica lo anterior se presentaran fuerzas intensas que causaran dolor inmediato, necrosis en la zona y reabsorción basal. Una fuerza ligera, que para los ortodoncistas es la ideal, ayuda a que las células sobrevivan, provoca una compresión ligera, lleva a cabo una reabsorción frontal (remodelación alveolar) y por lo tanto movimiento dental. Existen fuerzas óptimas que se deben aplicar al momento de tener la necesidad de mover un diente, como se puede observar en la tabla 2. ^[18]



Fuerzas óptimas para la movilización ortodóncica de los dientes

Tipos de movimiento	Fuerza* (g)
Inclinación	35-60
Movimiento en masa (traslacion)	70-120
Enderezamiento radicular	50-100
Rotación	35-60
Extrusión	35-60
Intrusión	10-20

**Los valores dependen en parte del tamaño del diente; los valores más bajos son adecuados para los incisivos y los más altos para los dientes posteriores multirradiculares.*

Tabla 2. Fuerzas óptimas para la movilización ortodóncica de los dientes.²

2.1.1 TEORÍAS DEL MOVIMIENTO DENTAL.

- ***Teoría de electricidad biológica (bioeléctrica) o hipótesis piezoeléctrica.***

La distorsión mecánica en las matrices óseas genera cargas eléctricas que interactúan y estimulan a las membranas para dar una respuesta requerida. Se dice que el movimiento se lleva a cabo por cambios en el metabolismo óseo, provocado por deflexión y controlado por señales eléctricas que generan ligera presión sobre el hueso.^[6]

La deflexión ósea produce una distorsión del colágeno, de los cristales de hidroxiapatita y cambios celulares, con la generación de señales eléctricas, dichas señales, inducen el movimiento dental y son de tipo piezoeléctrico, dicho fenómeno se presenta en sustancias cristalinas que al deformar su estructura producen un flujo de corriente eléctrica que desplazan los electrones de una parte reticulada a la otra, el fenómeno anterior se lleva a cabo en el colágeno de las fibras periodontales.

Las señales piezoeléctricas presentan cualidades como:

- 1) Decadencia rápida: al aplicar la fuerza se crea la señal piezoeléctrica como respuesta y al quitar el estímulo esta decae a cero.
- 2) Produce una señal equivalente en dirección opuesta cuando la fuerza deja de actuar (flujo de corriente inverso).

El fenómeno de la electricidad biológica en el diente se lleva a cabo cuando se ejerce el estímulo de presión por la aplicación de la fuerza, se estimulan los electrones y estos viajan hacia la parte reticulada del colágeno provocando un flujo de corriente, cuando el estímulo de presión es retirado el flujo de electrones se vuelve inverso. [6, 17,18] Figura 11.

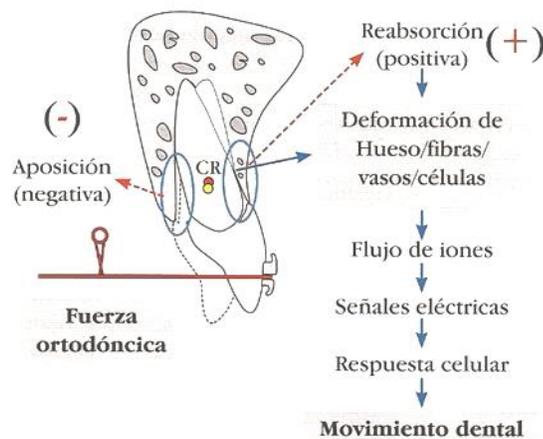


Figura 11. Secuencia de eventos biológicos en la teoría eléctrica.⁶

- **Teoría de presión- tensión del LPD o hipótesis hidrodinámica de bien (Oppenheim 1911)**

Esta teoría sostiene que el movimiento dental se lleva a cabo por la inducción de señales químicas hacia los mensajeros químicos que dan lugar a la remodelación del hueso alveolar y al movimiento dental, todo lo anterior se lleva a cabo por la compresión mecánica y las variaciones del flujo sanguíneo. Una presión mantenida hace cambiar la posición dentro del espacio del LPD comprimiendo una zona y tensionando la otra, dicho efecto estimula la liberación de citosinas, prostaglandinas y otros mediadores. Al momento de ejercer la fuerza en el diente y en el complejo del LPD se tiene una zona comprimida y otra de tensión en donde la primera tendrá una disminución del flujo sanguíneo y oxígeno, y un aumento del bióxido de carbono, y en el lado de tensión pasara lo contrario.

Todos los cambios químicos inducidos actúan o estimulan la liberación de otras sustancias que más adelante estimularan la diferenciación celular.

En resumen esta teoría se puede explicar con la figura 12:

- A. Diente y LPD normal.
- B. Compresión inicial de los tejidos y alteraciones del flujo sanguíneo asociados a la presión ejercida.
- C. Formación o liberación de mensajeros químicos
- D. Activación celular y presencia de movimiento dental. ^[6,18]

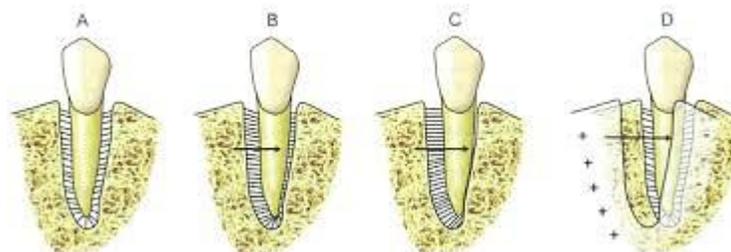


Figura 12. Tensión y presión. ⁷



- ***Teoría de la membrana plasmática (Canut)***

Se habla de que al vencerse la resistencia de los fluidos periodontales y producirse el desplazamiento dental se origina la deformación de la membrana plasmática de las células circundantes, ocasionando la apertura de canales iónicos que permiten el intercambio extra e intracelular de segundos mensajeros como el calcio (Ca^{2+}), adenosin-monofosfato cíclico (AMPc) y guanocin-monofosfato cíclico (GMPc).^[18]

- ***Teoría de los receptores transmembrana***

Se dice que en el LPD existen proteínas llamadas integrinas que detectan las fuerzas transmitidas por el diente durante el movimiento dental y transmiten la información al medio intracelular, activando procesos metabólicos que hacen que las células empiecen a trabajar. ^[6]

- ***Teoría biológica sobre la resorción indirecta o neural***

Al aplicar la fuerza en el diente se activan las terminaciones nerviosas amielínicas de los vasos sanguíneos para liberar neuropéptidos (primeros mensajeros) al espacio extracelular, activando a las células o a los vasos sanguíneos adyacentes produciendo vasodilatación y extravasación de prostaglandinas (Pg) y leucocitos.

Las prostaglandinas (Pg) se sintetizan mediante una ruta oxidativa de ácido araquidónico, favoreciendo la permeabilidad vascular, quimiotaxis vascular, activación de AMPc, GMPc (segundos mensajeros), actividad osteoclástica y osteoblástica. Por otro lado los leucocitos producen y liberan células inflamatorias, activando citosinas que liberan interleuquinas que estimulan a los osteoblastos. ^[18]



- ***Teoría del flujo sanguíneo***

Se dice que al aplicar la F comienza el proceso de inflamación en el LPD, degranulación de mastocitos, liberación de gránulos intracelulares que aumentan la permeabilidad vascular, produciendo cambios degenerativos, reparación de la membrana periodontal, síntesis de prostaglandinas (Pg) y remodelación ósea.

Los factores quimiotácticos como productos bacterianos solubles, factor Ca5 del complemento, leucotrienos, entre otros, empiezan a aparecer en la zona de lesión (zona de presión y tensión), se fijan a los neutrófilos y activan la fosfolipasa A, actuando sobre el ácido araquidónico, desencadenando la producción de Pg, por la vía de la ciclooxigenasa o leucotrienos, por la vía de lipoxigenasa.

La presencia de la inflamación en la zona produce secreción de varios mediadores químicos implicados en el proceso de aposición y reabsorción ósea, dando lugar al movimiento dental. ^[6]

- ***Teoría de la regulación genómica***

La activación o supresión genética, es considerado el punto de partida y finalización de todos los eventos moleculares. La adaptación ósea depende de la regulación de los genes expresados por las células del LPD, osteoblastos y osteoclastos. Los genes que intervienen en dichas reacciones son el primer marcador de la formación ósea TF Cbfa 1 (Runx-2), gen SOST, genes homeóticos MSX1 y Hoxa2. ^[6]



Las proteínas importantes que interviene en el proceso de movimiento y se activan junto con los genes son: la proteína morfogenética ósea (BMP), el factor de crecimiento de transformación beta (TGF β), encargado de la diferenciación osteoblástica y reabsorción ósea por el aumento de interleucina 6 (IL-6) y osteoprotegerina (OPG); el factor de crecimiento fibroblástico (FGF1), factor de crecimiento similar al de la insulina (IGF), receptor de lipoproteína 5 (LRP5). Al inducir la fuerza se estimulan las células para sintetizar mediadores para el crecimiento, diferenciación y secreción, por otro lado interactúan con proteínas activando la MEC- integrina-citoesqueleto y aumentando la producción de tenascina, fibronectina, laminina y proteoglicanos. ^[6]

Pavalko (2003) menciona que existen los mecanosomas, estructuras encargadas de transportar el estímulo de la fuerza hasta los genes en la región 5' del ADN en los genes blanco, alterando la actividad genética y generando una respuesta molecular, celular, vascular y nerviosa., denominado un proceso de retroalimentación. ^[6]

2.2 ELEMENTOS CELULARES Y MOLECULARES INVOLUCRADOS EN LA RESPUESTA AL MOVIMIENTO DENTAL.

Existen tres estructuras que permiten que los dientes se puedan mover, son el ligamento periodontal (LPD), hueso alveolar y cemento, dichas estructuras contienen células y elementos celulares, que se activan e inactivan para que se lleve a cabo el movimiento dental. Los elementos celulares se clasifican en:



Fibroblasto

Se encuentran en el LPD, encargados del mantenimiento (neoformación) y reparación (degradación) del tejido del LPD y de los tejidos duros adyacentes. Cuando se induce una F, se modifican las proteínas de la matriz extracelular (MEC), se sintetiza colágeno tipo I, III, V, VI, XII y XIV, y otras proteínas como fibronectina, tenascina, metaloproteínas y tropoelastina, que dependiendo si es zona de tensión o presión se presentaran los diferentes elementos (ver tabla 3). Dichas células son capaces de diferenciarse en osteoblastos y cementoblastos. [6]

Fibroblasto			
Tensión		Presión	
Metaloproteinasas		Osteoclastogenesis	mediante la
Fibronectina		activación	de RANK-OPG
Interleucina 1 (IL-1)		(osteoprogeterina)	
Prostaglandinas (PGe)			
AMPc y AMP			

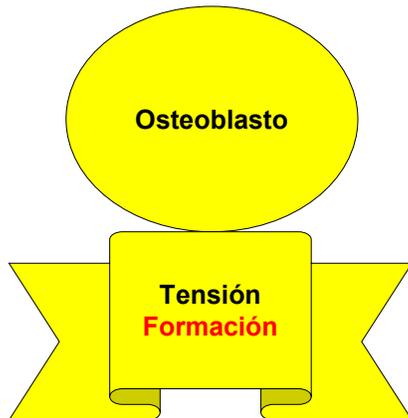
Tabla 3. Principales productos presentes en los fibroblastos en la zona de presión y tensión.

Cementoblasto

Células de origen mesenquimatoso, encargadas de la formación de cemento con periodos de reposos y actividad. Posee receptores para el factor de crecimiento tumoral (EGF) y para la hormona del crecimiento. Sintetiza osteopontina, osteonectina y fibronectina [6].

Osteoblasto

Proviene de células perivasculares del tejido conectivo. Encargado de producir matriz ósea o matriz orgánica (osteóide) y de la mineralización ósea.



Lo peculiar de estas células presentes en el hueso alveolar es que duran activas 20 días y no 10 como en el resto del cuerpo. Las moléculas de señalización con las que cuentan son: osteoprotegerina (OPG) y su ligando (OPG), ambas tienen la capacidad de inhibir y estimular la diferenciación osteoclastica.^[18]

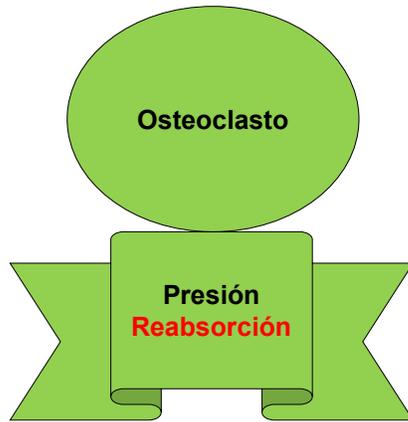
Figura 14.

*Figura 14. Función osteoblasto.*⁶

Cuando la OPG se bloquea, se inicia la síntesis de RANKL, en osteoblastos y fibroblastos, iniciando la osteoclastogénesis; teniendo así un factor fundamental, la reabsorción y neoformación de tejidos. Otra función importante de estas células, es remover la capa osteoide no mineralizadas de la zona de reabsorción.^[6]

Los osteoblastos secretan metaloproteínas (MMP) atrayendo osteoclastos, y también sintetizan osteopontina (OPN). Al iniciar el estímulo de F en la célula hay un incremento en los niveles de calcio intracelular libre y aumento de los potenciales de membrana por la activación de los canales de potasio. El aumento del calcio se debe a la activación de la fosfolipasa C, que libera trifosfato inositol (IP3), y fosfolipasa que activa la proteincinasa C (PKC).^[18]

Osteoclasto



Se originan por la fusión de células mononucleares de origen hematopoyético. Sintetizan sustancias para desmineralizar y degradar (reabsorción) los componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz ósea. Dichas células responden a los estímulos de hormonas y las diferentes fuerzas que se aplican en los tratamientos. ^[6]Figura 15.

*Figura 15. Función osteoclasto.*⁶

Células progenitoras

Permiten la formación de células nuevas para llevar a cabo la reparación tisular. Se encuentran alrededor de los vasos sanguíneos del LPD, se pueden transformar en osteoclastos, osteoblastos o fibroblastos según sea la necesidad del medio, su tasa de recambio se verá mediada por apoptosis. ^[6]

Elementos químicos

La remodelación ósea se da por la presencia de un estímulo externo (F) que gracias a elementos externos como vitaminas, calcitonina, citosinas, factores de crecimiento y algunas prostaglandinas interactúan con las células para que aparezca el movimiento dental, puede ser acompañado con la reacción de inflamación y dolor o no, según lo menciona Uribe en su libro “*Ortodoncia: teoría y clínica.*” ^[6]

Las sustancias que están involucradas en la respuesta al estímulo de la fuerza y permiten que se lleve a cabo el movimiento son:



- **Segundos mensajeros:** moléculas que transmiten las señales inducidas por la fuerza desde la membrana hasta el núcleo de la célula, provocando la proliferación de células y producción de proteínas de la MEC y factores de crecimiento. El AMP, AMPc (principal molécula que responde al estímulo de la fuerza), la sustancia P, CGRP (péptidos relacionados con el gen de calcitonina) y polipeptido intestinal vasoactivo (PIV), regulan la respuesta inflamatoria porque provocan vasodilatación y aumenta la permeabilidad vascular, son neurotransmisores, estimulan la extravasación plasmática y aumenta la proliferación de células endoteliales y fibroblastos.
- **Aminas vasoactivas:** se encuentran principalmente en células cebadas, basófilos y plaquetas. Tienen como funciones principales la vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular y quimiosintaxis de los eosinófilos.
- **Proteasas plasmáticas:** cumplen con la función de liberación de bradicinina vasoactiva que aumenta la permeabilidad vascular y produce dolor por la influencia de prostaglandinas.
- **Sistema del complemento:** sus funciones principales son aumentar la permeabilidad vascular, vasodilatación, adhesión leucocitaria, quimiotaxis y activación de leucocitos, y promover la fagocitosis.
- **Sistema de coagulación:** el factor que interviene es el XII, ya que aumenta la permeabilidad vascular y estimula la quimiotaxis leucocitaria. ^[6]
- **ácido araquidónico:** precursor de las prostaglandinas y leucotrienos, liberados de los fosfolípidos de las membranas celulares.



- **Prostaglandinas (Pg):** hormonas encargadas de mediar el estrés mecánico que aumenta el número de osteoclastos (remodelación ósea) e incrementa el movimiento. La inducción de producción de prostaglandinas se da por el AMPc y el calcio intracelular
- **Leucotrienos:** produce vasoconstricción en la zona, broncoespasmo y aumenta la permeabilidad vascular. Tienen un papel activo y cuando disminuyen, disminuye el movimiento dental.
- **Factor activador de plaquetas:** es liberado principalmente por los basófilos estimulados previamente por la inmunoglobulina E, produce agregación plaquetaria, permeabilidad vascular, agregación y adhesión leucocitaria, quimiotaxis y estimula de producción de prostaglandinas y leucotrienos.
- **Citosinas:** producidas por linfocitos y macrófagos. Afectan el metabolismo óseo y son la interleucina 1 (IL-1), la cual se libera por inducción de fuerza mecánicas, interleucina 2 (IL-2), interleucina 3 (IL-3), interleucina 6 (IL-6), presente en la reabsorción ósea, interleucina 10 (IL-10), interleucina 12 (IL-12), presente en la remodelación ósea, TNF, presente en la remodelación, aposición y reabsorción ósea; EFG, presente en la remodelación ósea, e IFN, responsable de la apoptosis de osteocitos y osteoblastos en el lado de presión.
- **Productos leucocitarios:** cuando se activa el neutrófilo y el macrófago se liberan radicales libres derivados del O₂ y enzimas lisosómicas que contribuyen a la inflamación, ya que producen lesiones en las células endoteliales y aumentan la permeabilidad.^[6]

Figura 16.

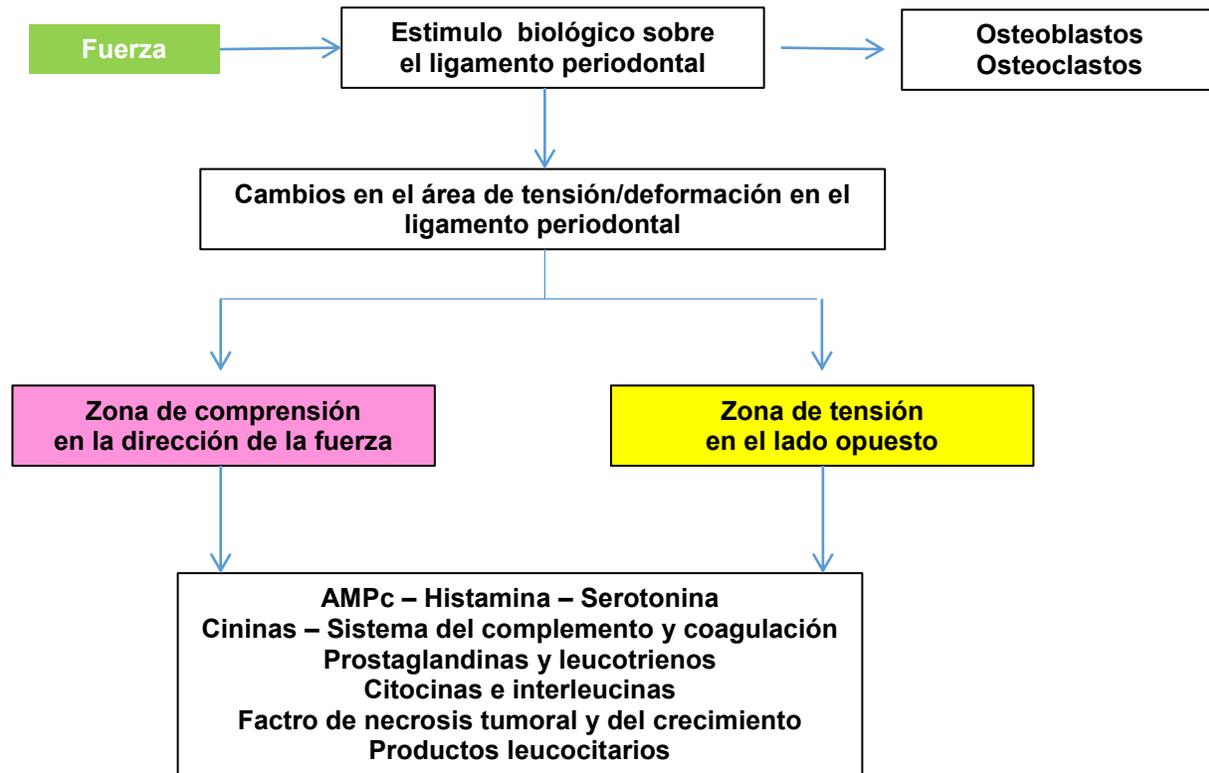


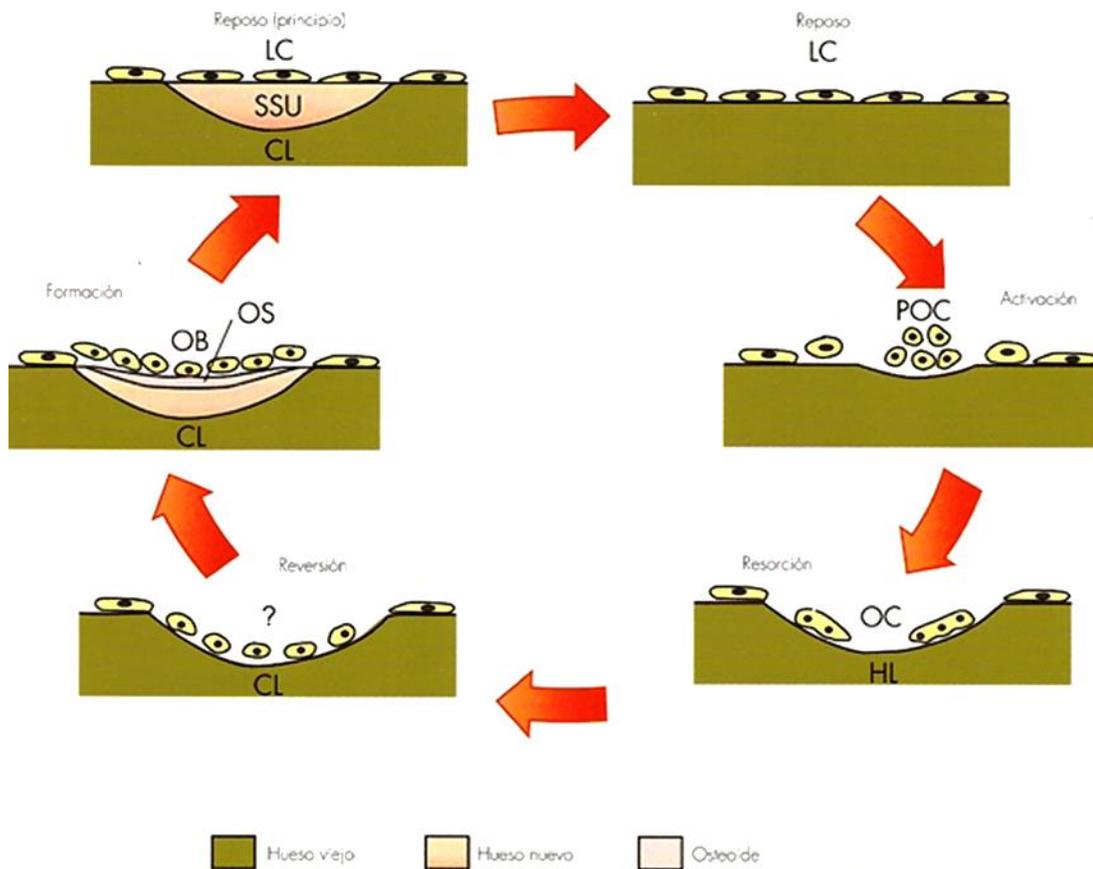
Figura 16. Mediadores químicos que participan en el movimiento ortodóncico.⁶

2.3 RESPUESTA CELULAR

Al inducir el estímulo (fuerza) no solo se activan las células para la respuesta a dicho estímulo, si no que se activa un complejo sistema en donde se estimula al SNC, inmune y endocrino.

Las principales células que se activan son los fibroblastos, osteoclastos, osteoblastos y células madre del LPD. Los cambios que se empiezan a notar en la célula, se dan en los canales iónicos mecanosensitivos de las membranas permitiendo la entrada de iones de calcio activando así la respuesta celular. [6]

Se ha demostrado que las células óseas y los fibroblastos responden a la fuerza por la deformación de estos y el medio circundante, elevando la producción de prostaglandinas (principalmente PGe), AMP y AMPc, entre otros productos, los cuales están encargados de cambiar la conformación de la matriz, que se da por la estimulación de la liberación de neuropéptidos vasoactivos que inducen la liberación de neurotransmisores que provocan la extravasación de leucocitos al interior del LPD. Las citosinas y los factores del crecimiento son los responsables de la actividad de remodelación (reabsorción).^[6] Figura 17.



Las 5 fases de actividad celular en el remodelado del trabeculado óseo. LC = células en reposo, POC = osteoclastos precursores, OC = osteoclastos, HL = hoyo de resorción/agujas; OB = osteoblasto, CL = laguna cerrada; OS = osteoide; BSU = unidad estructural del hueso o estructura ósea recién formada.

Figura 17. Fases de actividad celular en el remodelado del trabeculado óseo.⁸

A los 20 minutos de que se aplica la fuerza se observa una hiperpermeabilidad de los vasos sanguíneos, reubicación del líquido hístico en el LPD y distorsión de la matriz celular, que afecta a las terminaciones nerviosas, las cuales liberaran neuropéptidos como sustancia P, que regula la actividad celular al igual que el PIV, péptido relacionado con el gen de calcitonina (CGRP), siendo su función la vasodilatación, que hace posible la migración de los leucocitos fuera de los vasos sanguíneos.

Cuando en el ligamento periodontal se tienen estímulos mecánicos externos los linfocitos y macrófagos secretan citocinas como IL-1 (alfa y beta), IL-2, IL-6, interferón gamma y TNF, todos los elementos anteriores interactúan con factores de crecimiento como EGF, microglobulina beta 2 (B2-MG), factor de crecimiento parecido a la insulina (IGF-1) y el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), principalmente. La proliferación celular se da primero en la zona de tensión y después en la zona de presión, la regulación de las células se lleva mediante la apoptosis, durante los primeros 28 días.^[6] Figura 18.

RANK-L = OSTEÓBLASTOS, CELULAS ESTROMALES DE LA MEDULA ÓSEA, FIBROBLASTOS



Figura 18. Receptores y células presentes en la zona de movimiento dental.⁹

2.4 FISIOLÓGÍA DEL MOVIMIENTO DENTAL

El movimiento dental se origina por medio de la estimulación del proceso fisiológico normal de formación ósea y por la inducción de una respuesta inflamatoria. Al inicio de la aplicación de la fuerza ligera, primeras cuatro a seis horas, se estimula la liberación y aumento de los nucleótidos cíclicos del LPD (primeros mensajeros), con la presión sostenida, el flujo sanguíneo disminuye levemente por una compresión ligera, los líquidos del espacio del LPD salen y el AMPc (segundo mensajero) aumenta provocando la diferenciación celular, y logrando que el diente empiece a moverse. ^[17] Figura 19.



Figura 19. Movimiento dentario.¹⁰

En el movimiento dental se aplican fuerzas que inducen presión o tensión de las zonas del diente, por lo que en la zona de presión se estimula la liberación de cinasa de adhesión focal (mecanorreceptor) que estimula la liberación y aumento de PgE y citocinas, responsables de la actividad osteoclástica y osteoblástica, e interleucinas dentro del espacio del ligamento periodontal, la respuesta anterior se conoce como respuesta primaria a la presión. Mientras en el lado de tensión, el movimiento provoca que se active al receptor del ligando K del factor nuclear (RANKL) y OPG, el primer receptor aumenta y provoca la formación de osteoclastos. [6, 18]

Para que el movimiento dental se lleve a cabo se necesita una zona de tensión y una de presión, que estimula una reabsorción frontal en la lámina dura adyacente (lagunas de Howship), dicho fenómeno actúa con la estimulación de la formación de osteoclastos, que van a eliminar tejido (reabsorber) en la zona de presión, y osteoblastos que van a formar hueso (remodelar) en la zona de tensión en donde el LPD se encontrara ensanchado. [19] Figura 20.

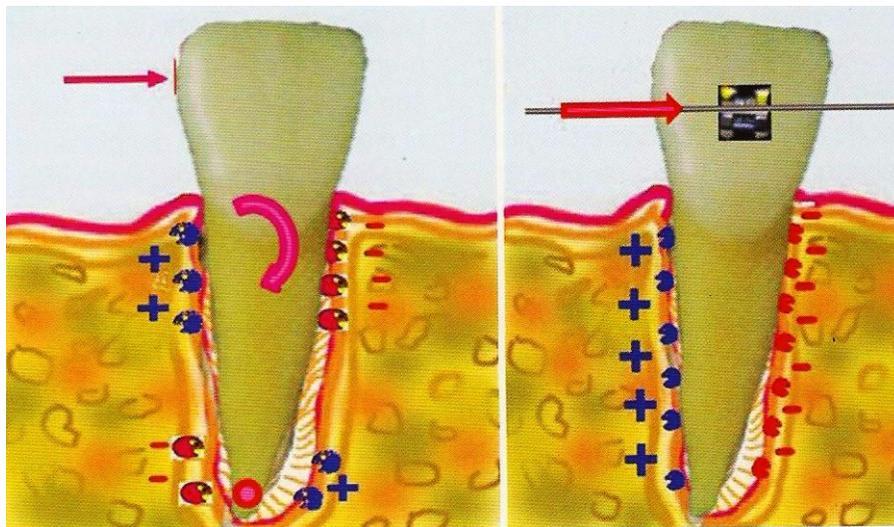


Figura 20. Presión y tensión. ¹⁰



No se debe de olvidar que si se ejerce mucha fuerza se causara un fenómeno denominado hialinización, en donde las zonas circundantes presentaran necrosis por compresión de los vasos sanguíneos, en esta zona aparecerán osteoclastos para realizar reabsorción basal, lo cual retrasara el movimiento dental. [17,18]

La circulación juega un papel muy importante ya que provee de sustratos, los cuáles serán intercambiados por metabolitos entre la sangre y tejidos periodontales, inclusive con la dentina, para llevar estímulos a la pulpa dental. [6]

2.4.1 RESPUESTA A LA TENSIÓN

En esta zona las fibras colágenas se elongan y los fibroblastos aparecen para remodelar el hueso alveolar, en condiciones normales. Cuando se induce la fuerza los vasos sanguíneos se dilatan, aumenta el oxígeno y disminuye el número de fibras. La remodelación se da por macrófagos y aposición de hueso nuevo. Dieciséis horas después de la aplicación de la fuerza hay una respuesta osteogénica que aumenta la actividad de división de las células preosteoblásticas, que después se diferencian en osteoblastos que formaran hueso entre las 40 y 48 horas. La actividad vascular aumenta, los macrófagos y leucocitos migran fuera de los vasos sanguíneos. Hay remodelado óseo, y se presenta un ensanchamiento y perdida de la lámina dura. En esta zona comienza un proceso de inflamación aguda con distensión y dilatación de los vasos sanguíneos, teniendo un aumento del incremento del volumen vascular. [6] Figura 21.

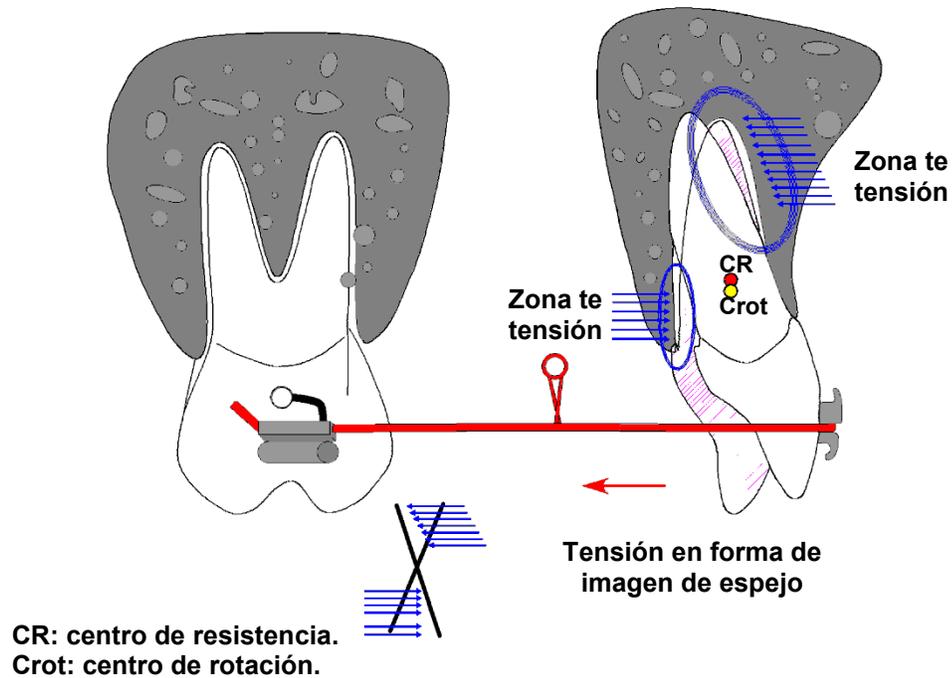


Figura 21. Áreas de tensión.⁶

2.4.2 RESPUESTA A LA PRESIÓN

En el área de presión las células del LPD, vasos sanguíneos y fluidos, se comprimen; se encuentran zonas de hipoxia y se generan cambios en el metabolismo óseo. Por lo que en esta zona las fibras periodontales estarán comprimidas y el hueso será estimulado para que ocurra una reabsorción ósea.^[6, 18] Tabla 4.



Respuesta fisiológica a la aplicación de una presión mantenida sobre el diente

Tiempo		
Presión leve	Presión intensa	Respuesta
	<1s	El líquido del LPD no se comprimen, el hueso alveolar de flexiona, se genera una señal piezoeléctrica.
	1-2s	Se exprime el líquido del LPD, el diente se mueve dentro del espacio del LPD.
3-5s		Los vasos sanguíneos del LPD quedan parcialmente comprimidos en el lado de la presión y dilatados en el lado de la tensión: distorsión mecánica de las fibras y células del LPD.
Minutos		Se altera el flujo sanguíneo, empieza a cambiar la tensión del O ₂ , se liberan Pg y citocinas.
Horas		Se producen cambios metabólicos: mensajeros químicos modifican la actividad celular, cambian los niveles enzimáticos.
~4h		Aumentan los niveles detectables de AMPc, comienza la diferenciación celular en el LPD.
~2 días		Comienza el movimiento dental al remodelar los osteoblastos/osteoclastos el alveolo óseo.
	3-5s	Los vasos sanguíneos del LPD quedan ocluidos en el lado de presión.
	Minutos	Se interrumpe el flujo sanguíneo del LPD quedan ocluidos en el lado de presión.
	Horas	Muerte celular en la zona comprimida
	3-5 días	Diferenciación celular en la zona comprimida
	7-14 días	La reabsorción basal elimina la lámina dura adyacente al LPD comprimido, se produce el movimiento del diente.

AMPc, monofosfato de adenosina; LPD ligamento periodontal; O₂ oxígeno; Pg prostaglandina

Tabla 4. Respuesta fisiológica a la aplicación de una presión mantenida sobre el diente.²



2.5 REACCIONES TISULARES DURANTE EL MOVIMIENTO DENTAL (LIGAMENTO PERIODONTAL Y TEJIDO ÓSEO)

2.5.1 EL LIGAMENTO PERIODONTAL (LPD)

Cada diente presente en la cavidad oral se encuentra fijo al hueso alveolar, ligeramente separado por el ligamento periodontal, considerado una estructura compuesta de colágena, la cual está formada por una red de fibras que se insertan en el cemento radicular (diente) y en la lámina dura (hueso alveolar), dicha colágena en condiciones normales se remodela constantemente. Dentro del LPD se encuentran elementos celulares (principalmente células mesenquimatosas), líquido hístico, que funcionan como amortiguadores, y se tienen la presencia de elementos vasculares, vasos sanguíneos, inervaciones de terminaciones libres amielínicas y propioceptores, que componen al LPD y ayudan a que el movimiento dental se lleve a cabo.

El líquido hístico del LPD, permite que a fuerzas comunes (5-10 mg/cm³) el diente tenga un libre movimiento dentro de la cavidad alveolar sin presentar dolor, ya que no habrá presión directa del LPD.^[19,20]

La presión hidráulica de los líquidos del espacio del LPD, está constituida por la corriente sanguínea y el tejido conectivo de relleno, denominados como los primeros amortiguadores de las fuerzas externas. El impacto se transmite a todo el LPD provocando una ligera salida de líquido hístico a través de la circulación, una vez superada dicha barrera que se opone al desplazamiento y si se vence la resistencia de las fibras, el hueso alveolar se adaptará al movimiento y comenzará su remodelación.^[18] Figura 22.

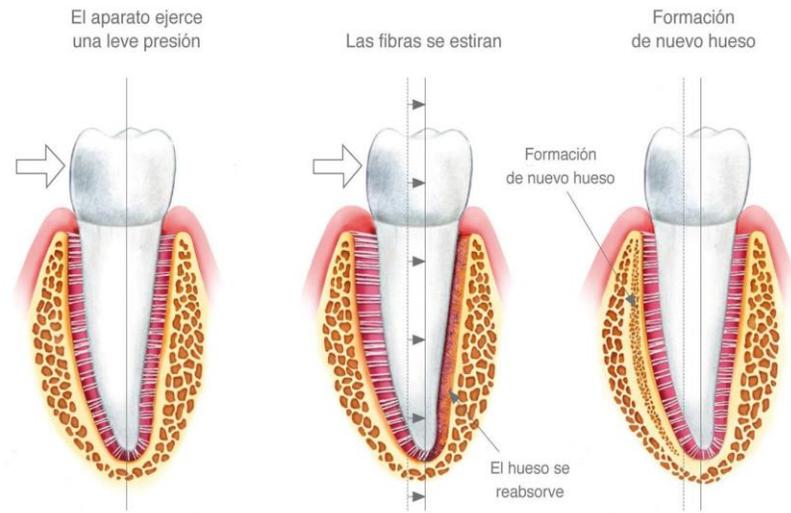


Figura 22. Ligamento periodontal en la respuesta al movimiento.¹¹

Al poco tiempo de aplicar la fuerza en el diente se estimula la remodelación de las fibras colágenas para el reacomodo del diente. Pero cabe mencionar que la fuerza intensa ocluye los vasos sanguíneos, acortando el aporte sanguíneo y produciendo necrosis aséptica, conocida como hialinización.^[18]

2.5.2 HUESO ALVEOLAR

Los dientes se encuentran alojados dentro de una cavidad, compuesta por hueso, denominado hueso alveolar, el cual conforma la cavidad alveolar que contiene al complejo diente LPD, ambos componentes separados por una red de fibras colágenas.^[17] Cabe mencionar que el hueso alveolar será diferente de acuerdo a la edad del paciente, por lo que se encontraran diferentes densidades óseas dentro de las diferentes estructuras bucales. Según los estudios realizados existen dos tipos de células osteoclasticas encargadas de reabsorción al aplicarse la fuerza, el primer grupo está integrado por células locales, y el segundo por células distantes procedentes del flujo sanguíneo.^[19]

Las células atacan la lámina dura adyacente, eliminando el hueso por reabsorción frontal o directa, dando lugar al movimiento dental tiempo después. La aparición de osteoblastos en la zona de tensión estimulara la formación de osteoide a lo largo de la pared alveolar, dicha aposición se calcificara con el paso del tiempo, reorganizándose como hueso primitivo, el cual será irregular, vascular y muy susceptible a la reabsorción. ^[19]

Al acoplar la formación con la reabsorción ósea se logra el desplazamiento dental. Las paredes óseas de las regiones marginales y medias suelen ser las más densas y con pocos espacios medulares, siendo estas zonas donde se producen los cambios óseos iniciales. Cuando se tiene menor densidad ósea y mayor número de espacios medulares, se tendrá mejor resorción ósea. Las paredes óseas linguales y vestibulares son mas densas, mientras que la mesial y distal son más esponjosas y vascularizadas, lo que favorece el movimiento dental en este último sentido. Figura 22. ^[20]

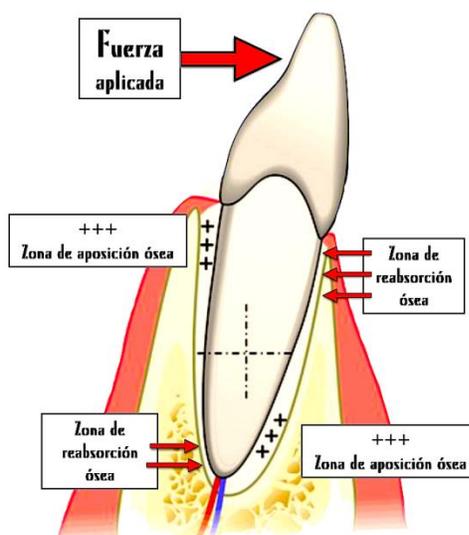


Figura 23. Respuesta ósea a los movimientos dentales. ¹¹

Al recibir la fuerza el diente en la pulpa dental se presentara isquemia y marginación de células blancas hacia el LPD. ^[19]



3. DOLOR EN EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA

El dolor que se manifiesta en la región orofacial es percibido por el nervio trigémino (V), con sus tres ramas que son oftálmica, maxilar y mandibular. Los cuerpos celulares de las fibras sensitivas del N.trigémino se encuentran en los ganglios trigéminales (ganglio de Gasser), los impulsos entran directamente en el tronco encefálico, haciendo sinapsis con el núcleo medular del trigémino. El complejo trigémino troncoencefálico se encuentra formado por el núcleo trigémino sensitivo, recibe aferencias del periodonto y pulpares; y por el tracto espinal del núcleo, que se encuentra dividido por oral, interpolar y caudal. Una vez recibido el estímulo en los diferentes núcleos este es enviado hacia estructuras del SNC. ^[8,10]

El dolor se percibe tras 3' - 5' se exposición a una fuerza sostenida, ya que al transcurrir los 3' el líquido hístico es desplazado y el LPD recibe la presión directa, lo que ocasiona la compresión del ligamento periodontal, y estimula a las células periodontales, creando hialinización e isquemia, provocando un proceso similar al de la inflamación. Al momento de ejercer la presión y tensión en las fibras del ligamento periodontal, se estimula a los mastocitos, para la liberación de histamina, la cual tiene efecto en los vasos sanguíneos provocando vasodilatación y abriendo espacio entre las células endoteliales, aumentando la permeabilidad, reacción conocida como respuesta inmediata. Posteriormente se forman prostaglandinas que también aumentan la permeabilidad vascular y se liberan monocitos del interior hacia el exterior del vaso, los cuales se fusionan y dan resultado a los osteoclastos, responsables de la resorción de la cortical alveolar, denominada zona de presión. ^[21]



Por otro lado, en la zona de tensión las células mesenquimatosas indiferenciadas se transforman en osteoblastos para la formación de hueso. Todo lo anterior da lugar a un dolor leve a moderado desde los primeros segundos hasta las posteriores 24 o 48 horas. Con el paso del tiempo el diente empieza a desplazarse en sentido de la aplicación de la fuerza y desaparece el dolor. ^[21]

Las fibras aferentes que se encuentran en la zona dental y en la periferia son A β que transmiten sensación superficial o información propioceptiva, fibras A δ y C, encargadas de codificar el dolor, producido principalmente por estímulos térmicos, mecánicos o químicos. ^[9]

Durante el tratamiento existen dos tipos de dolor que es el inmediato, el cuál aparece en cuanto se aplica la fuerza y se da la compresión del ligamento periodontal, este tipo de dolor se relaciona con la aparición del incremento de algunas sustancias en el sistema límbico del cerebro, y el tardío que aparece en el transcurso de los días, manifestándose con la aparición de inflamación y dolor neuropático, este tipo de dolor se relaciona con factores emocionales, y por la persistencia del estímulo en la zona. ^[22]

Las fibras nerviosas nociceptivas del ligamento periodontal transmiten los impulsos de dolor en el centro del diente y liberan neuropéptidos a la perifera. ^[6] El nervio pulpar responde a las fuerzas de ortodoncia, por lo que afecta las propiedades funcionales de los nervios intradentales y podría potenciar la sensibilidad al dolor dental multiplicando los sitios receptores. ^[19]

Figura 24.

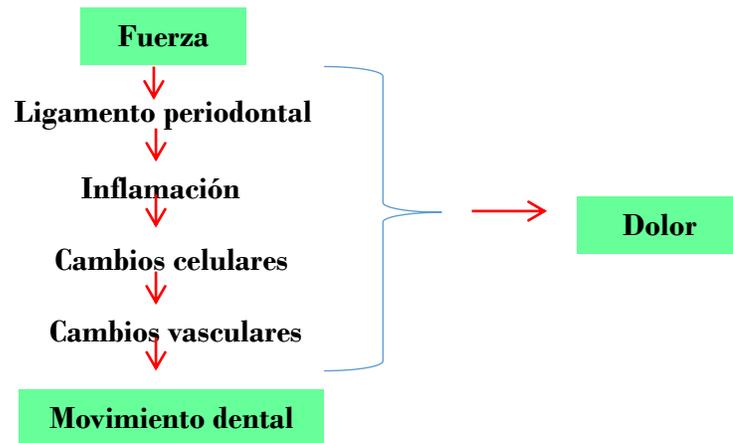


Figura 24. Eventos que produce la fuerza sobre el LPD.⁶

El dolor en ortodoncia se da principalmente por la presencia de zonas hialinas, debidas a la aplicación de fuerzas excesivas, acompañadas de dolor y pulpitis.^[18]

3.1 MOVIMIENTO E INFLAMACIÓN

Desde el momento en el que se aplica la fuerza en el diente se producen cambios en la tensión y presión normal del LPD, estimulando así la producción y liberación de químicos, entre los que principalmente se tendrán citosinas y neurotransmisores, que son mediadores específicos del dolor.

La inflamación se conoce como una respuesta local del huésped a un daño en cierta zona, se caracteriza por la presencia de eventos celulares y vasculares y se dice que para que un evento se denomine inflamación debe de existir rubor, edema, calor y dolor, las características anteriores no se pueden aplicar al movimiento ortodóncico, ya que cuando las fuerzas exceden el límite biológico se está hablando de un movimiento fisiológico exagerado.^[6]

El dolor es una sensación que se presentara cuando ocurra la inflamación ya que los nociceptores se verán estimulados por factores de la reacción inflamatoria.

Al momento de ejercer la F en los dientes, en el LPD y se exceden los límites bioelásticos, se dará dicha reacción inflamatoria en el tejido conectivo provocando la proliferación celular, estimulando así la regeneración ósea, acompañada de intenso dolor. La fuerza comienza por estimular cambios en los genes, en las moléculas de las células, segundos mensajeros y elementos extracelulares. La deformación mecánica activa enzimas y canales iónicos de la matriz extracelular, produciendo la remodelación, que nos da una zona de destrucción y otra de neoformación, y en consecuencia el desplazamiento de los dientes. La expresión de CD40 y CD40L activa a los linfocitos, los cuales van a mediar la respuesta inflamatoria y subsecuentemente la remodelación. La aparición de la inflamación en la zona del movimiento se debe a la presencia de un movimiento fisiológico exagerado.^[6] Figura 25.

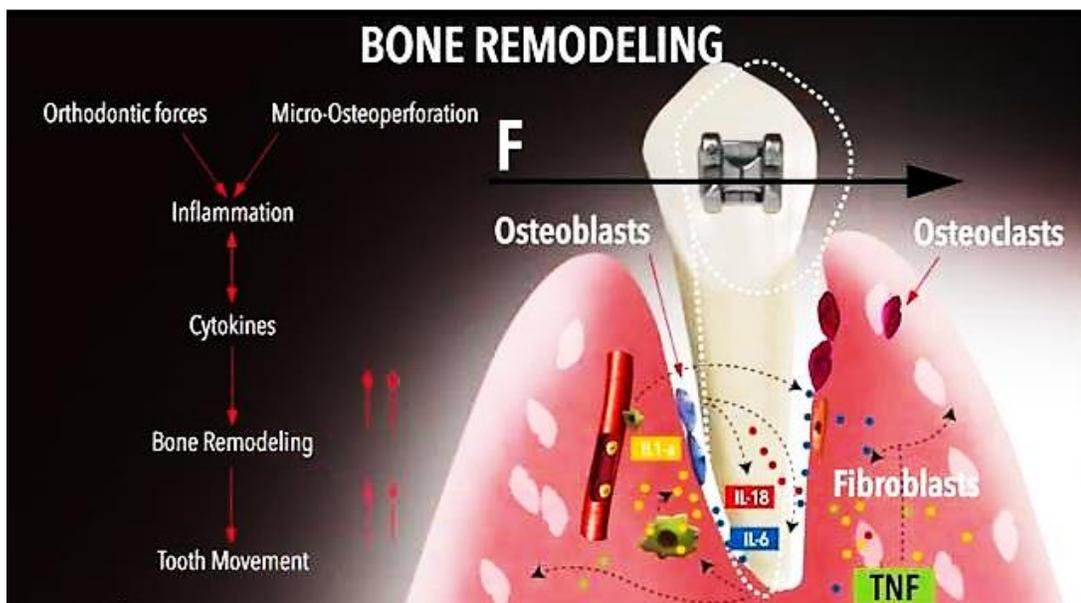


Figura 25. Esquema de factores que favorecen el movimiento dental.¹²



3.2 HIALINIZACIÓN

La hialinización se considera como una zona de necrosis estéril con disminución del número de células y colapso de los vasos sanguíneos. Dicho fenómeno se da por la aplicación de una F, que obviamente es intensa, el metabolismo óseo y la respuesta biológica del individuo.

Características de una zona hialina:

- Mayor área en la raíz dental
- Mayor duración de la fuerza ocasiona mayor área hialina
- 24 - 48 horas para formarse
- Empieza a desaparecer después de las 48 horas, totalmente a los 7 y 14 días después.
- Limitan el movimiento dental, por aparición de reabsorción basal que se lleva a cabo por macrófagos.
- Precede el fenómeno de reabsorción

Histológicamente se tendrá edema, ruptura de vasos sanguíneos, fibroblastos atípicos y fibrillas de colágeno. Si se retira la fuerza que ocasiona la hialinización, la zona se remodela en los primeros 5 a 7 días. ^[6,19]



4. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL DOLOR.

El tratamiento de ortodoncia algunas veces si no es que la mayoría, trae consigo molestias, que pueden manifestarse a la hora de comer, hablar, sonreír y cuando se llevan a cabo diversas actividades cotidianas ^[23]. La presencia de molestias durante el tratamiento, causa en los pacientes frustración por no saber cómo erradicarlas. Actualmente se están realizando un sin número de investigaciones para probar métodos efectivos que puedan disminuir o erradicar el dolor, durante el tratamiento de ortodoncia, obteniendo así el mayor confort posible.

4.1 MEDICAMENTOS ANALGÉSICOS- ANTIINFLAMATORIOS

Existen en el mercado una amplia gama de analgésicos- antiinflamatorios que se pueden usar para mitigar el dolor, anteriormente no se recomendaban por que inhiben la ciclooxigenasa, responsable de la estimulación de la liberación de prostaglandina, y se creía que los movimientos se interrumpían o se detenían, actualmente se sabe que no es así, cuando se usan poco tiempo. Este grupo de medicamentos tiene propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antipiréticas y antirreumáticas. ^[3,24]

Este grupo de medicamentos se clasifican principalmente en:

- Antipiréticos.
- Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINES).



Antipiréticos

Actúan sobre el centro termorregulador del hipotálamo produciendo antipirexis. No tienen propiedades antiinflamatorias, por lo que se pueden emplear sin ningún problema para manejar el dolor dental durante el tratamiento.^[21] En el mercado y para uso en ortodoncia se pueden encontrar:

- **Paracetamol (acetaminofén):** medicamentos de primera elección y con excelentes resultados, de acuerdo a los estudios encontrados recientemente no afectan la producción de prostaglandinas, actúa erradicando el dolor moderado, no es antiinflamatorio y produce efectos gastrointestinales mínimos.^[3,25]

Tabla 5.

Paracetamol	
Presentaciones	
Solución (gotas)	10 mg./ml., 15ml., 30ml., 120 ml.
Tabletas	80mg., 160mg., 300mg., 500mg., 650 mg., 750 mg.
Jarabe	60 ml. Y 120 ml.
Suspensión infantil	120 ml. Y 100gr./ml.
Suspensión pediátrica	30 ml.
Solución oral	100ml./mg.
Capsulas	500mg.
Solución inyectable	10 mg./ml., 50mg/ml., 500mg./ml., 1g./ml., 100gr./ml.,
Supositorios	100mg y 300 mg
Tabletas masticables	80 mg. Y 160 mg.
Grageas	

Tabla 5. Presentaciones paracetamol.²



La dosis recomendada en adultos es de 500-1000mg. cada 6 u 8 horas (vía oral), y en los niños 30-40 mg./kg. cada 6 u 8 horas (vía oral o rectal), durante tres días.^[20, 24] La dosis recomendada para el control del dolor en ortodoncia es de 650 mg. (TEMPRA FORTE de Bristol), según Sudhakar V. y cols.^[3, 25]

Figura 26.

Figura 26. Paracetamol.¹³

- **Metamizol (dipirona):** medicamento indicado para el tratamiento de la fiebre y dolor severo.^[26] Tabla 6.

Metamizol	
Presentaciones	
Jarabe	100 ml., 120ml., 150ml. Y 250ml.
Tabletas	500mg.
Solución inyectable	2g./5ml., 2ml./1mg., 4ml./2g y 5ml/2.5mg.
Supositorios	1g. y 300 mg
Tabletas efervescentes	500 mg.

Tabla 6. Presentaciones de metamizol.²



La dosis recomendada en adultos es de 500 a 2500 mg. cada 8 o 12 horas (VI, IV, vía rectal) y en niños 15mg./kg. 4 dosis por día (vía rectal), durante tres días.^[21] Figura 27.

Figura 27. Metamizol.¹⁴

- **Clonixinato de lisina:** medicamento con buena acción analgésica, no interviene a nivel plaquetario y produce una mínima irritación gástrica. Lo podemos encontrar en tabletas de 125 y 250mg. La dosis recomendada en adultos es de 125mg. cada 6 a 8 horas (vía oral) y 250 mg. cada 8 a 12 horas, durante tres días.^[21] figura 28.



Figura 28. Clonixinato de lisina.¹⁵

Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINES)

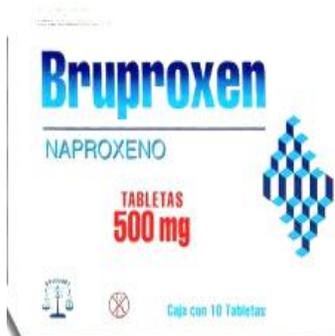
Están indicados en el dolor agudo e inflamación, se clasifican en:

Derivados del ácido propiónico: se usan por su excelente acción antiinflamatoria y analgésica, utilizado para el control del dolor moderado a severo. Los más importantes en este grupo son:

- **Naproxeno:** medicamento indicado para el tratamiento de la inflamación, dolor y limitación de los trastornos musculo esqueléticos.^[26] Tabla 7.

Naproxeno	
Presentaciones	
Suspensión infantil	1 ml./125mg.
Capsulas	100 mg. y 275 mg.
Tabletas	250mg., 275mg., 500mg., Y 550 mg.

Tabla 7. Presentaciones de naproxeno.³



La dosis recomendada es en adultos 250mg. cada 6 a 8 horas (vía oral) y en niños 5 mg./kg. cada 6 a 8 horas (vía oral), por tres días. ^[21] Figura 29.

Figura 29. Naproxeno. ¹⁶

- **Ibuprofeno:** medicamento indicado en el tratamiento de diversos dolores como, dental, cefaleas, muscular, entre otros. Tabla 8. ^[26]

Ibuprofeno	
Presentaciones	
Tabletas	200mg. y 400mg.
Suspensión infantil	120 ml. Y 100mg.
Suspensión pediátrica	15 ml. y 30 ml.
Capsulas	200 mg., 400mg., 600mg., 800mg.
Grageas	200 mg., 400mg., 600mg., 800mg.

Tabla 8. Presentaciones de ibuprofeno. ²



La dosis recomendada para el control del dolor en ortodoncia es de 400 mg. ^[3, 21] El ibuprofeno se debe administrar una hora antes de la activación y de 24 a 48 horas posteriores, según Pattel y cols., también mencionan que es el medicamento que mejor propiedades analgésicas ofrece. ^[25] Figura 30.

Figura 30. Ibuprofeno. ¹⁷

- **Ketoprofeno:** medicamento con propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antipiréticas. Está indicado para el tratamiento sintomático de padecimientos inflamatorios agudos y crónicos. ^[26]

Tabla 9.

Ketoprofeno	
Presentaciones	
Solución	30 ml., 70ml., 100ml., 80 mg.
Tabletas	200mg.
Enjuague bucal	150 ml.
Gel	30 mg. Y 50 mg.
Comprimidos	150mg. Y 200mg.
Capsulas	100mg.
Solución inyectable	100 mg./ml.
Supositorios	100mg.

Tabla 9. Presentaciones de ketoprofeno.²



La dosis recomendada es en adultos de 100mg. cada 12 horas (vía oral), 100mg. Cada 8 horas (vía rectal); en niños 1.5mg./kg. Cada 8 horas (vía oral o rectal), durante tres días. ^[21] Figura 31.

Figura 31. Ketoprofeno.¹⁸

- **Flurbiprofeno:** este medicamento está indicado para el tratamiento de dolor agudo que aparece con la gota, dismenorrea, artritis reumatoide, entre otras. ^[26] Tabla 10.

Flurbiprofeno	
Presentaciones	
Solución	120ml.y 100ml.
Gotas	15 ml. y 30 ml.
Tabletas	500mg., 750mg., 1gr.
Tabletas masticables	160 mg. Y 180mg.
Jarabe	160mg., 30 ml., 60ml.,120ml.
Capsulas	500mg.
Solución inyectable	10mg./ml, 50mg./ml., 500mg./ml., 1g./ml., 100g./ml,
Supositorios	100mg. y 300mg.
Grageas	100mg.

Tabla 10. Presentaciones de flurbiprofeno.²



La dosis recomendada es de 100mg. cada 8 horas por vía oral por tres días.^[21] Figura 31.

Figura 31. Flurbiprofeno.¹⁵

- Ketorolaco:** este medicamento se puede encontrar en presentaciones de tabletas de 10 mg, tabletas sublinguales de 30 mg, solución inyectable de 10mg./ml. Y 30mg/ml, comprimidos de 10mg y gel de 30g. La dosis recomendada es de 10 mg. cada 6 u 8 horas (vía oral), 30 mg. cada 8 a 12 horas (VI o IV). La dosis máxima que se puede ingerir son 120mg. cada 24 horas durante 5 días. Se debe evitar su uso en niños.^[21,26] Figura 33.



Figura 33. Ketorolaco.¹⁹

- Derivados del ácido carboxílico
 - **Ácido acetilsalicílico:** presenta una buena acción analgésica y antiinflamatoria, pero tienen reacciones adversas como la prolongación del tiempo de sangrado, severa irritación gástrica y síndrome de intolerancia. La presentación en la que se puede adquirir son comprimidos de 500mg^[27] y tabletas de 100mg y 300mg. Las dosis recomendada para el manejo del dolor en ortodoncia es de 300mg./día. Figura 34.^[3,21, 24,27]



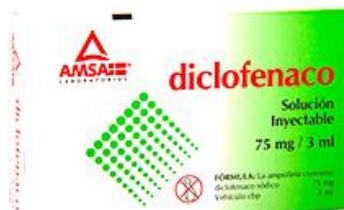
Figura 34. Ácido acetilsalicílico.²⁰

- Derivados del ácido acético: acción inmediata y prolongada de poderosa acción antirreumática. Se usa principalmente para tratar la disfunción de la articulación tempomándibular (DATM).^[26]

- **Diclofenaco:** medicamento antiinflamatorio y analgésico leve, utilizado para aliviar los síntomas debidos a procesos inflamatorios, derivados principalmente de problemas articulares. ^[26] Tabla 11.

Diclofenaco	
Presentaciones	
Solución	5ml./1mg./ml, 85ml., 100ml.,120ml., 180ml.
Tabletas	50mg. y 100mg.
Granulado	65mg.
Suspensión	20 ml., 120ml., 5mg./ml.
Gotas	10mg. Y 20 mg.
Capsulas	100mg.
Supositorios	25mg.
Grageas	25mg., 50mg., 75mg. Y 100mg.

Tabla 11. Presentaciones de diclofenaco ²



La dosis recomendada es de 150-200mg./día cada 12 o 24 horas (vía oral, rectal, intramuscular (IM) e intravenosa (IV)) por tres días. ^[21] Figura 35.

Figura 35. Diclofenaco. ²⁰

Derivados del oxicam: excelentes antiinflamatorios de larga duración. Pueden irritar la mucosa gástrica y son de primera opción para DATM debido a su concentración en el líquido sinovial.

- **Piroxicam:** Es un inhibidor de la COX no selectivo. Este medicamento se puede encontrar en presentación, tabletas de 20mg., capsulas de 10 y 20 mg, solución inyectable de 40mg. Y gel de 40 y 90g. La dosis recomendada es de 20mg. cada 12 a 14 horas (vía oral), 40mg. cada 12 o 24 horas (vía IM), se recomienda su uso durante tres a cinco días. ^[21,26] Figura 36.



Figura 36. Piroxicam. ²²

- Derivados no ácidos: buena y prolongada acción analgésica.
 - **Nimesulida:** medicamento antiinflamatorio, analgésico y antipirético, indicado para el alivio, dolor y fiebre, producidos principalmente por afecciones de las vías respiratorias superiores. Es empleado en otros procesos inflamatorios del sistema locomotor y dismenorrea. En cirugía es usado como medicamento post-extracción como analgésico y antiinflamatorio. ^[26] Tabla 12.

Nimesulida	
Presentaciones	
Gotas	10ml., 20ml., 25ml. Y 1 g.
Suspensión	5mg., 50mg., 60ml., 90ml.
Tabletas	100mg.
Gel	40g. al 2%

Tabla 12. Presentaciones de nimesulida.²



La dosis que se emplea es de 100 mg cada 8 a 12 horas por vía oral, durante tres a cinco días.^[21] Figura 37.

Figura 37. Nimesulide.²¹

Recientemente los estudios que se han realiza arrojan en sus resultados que los analgésicos que ofrecen mejores resultados son el paracetamol, que tiene propiedades antipiréticas y analgésicas; ibuprofeno que es el primer miembro de los derivados del ácido propiónico y es un inhibidor de las ciclooxigenasa actuando en receptores cox-1 y cox-2, y por último el ácido acetilsalicílico.^[3]

4.2 ESTÍMULOS VIBRATORIOS

Los estímulos vibratorios en el complejo del LPD, logran liberar por segundos las fuerzas ejercidas, incrementando el flujo sanguíneo, restablecen la circulación y previenen la aparición de inflamación. Es un excelente método considerado no invasivo y no farmacológico.

4.2.1 GOMAS DE MASCAR

Este método consiste en indicarle al paciente masticar una goma de mascar, las fuerzas de masticación producen un estímulo vibratorio que desplaza brevemente al diente, liberando a intervalos la presión ejercida y restableciendo la circulación sanguínea, disminuyendo la isquemia y por lo tanto las zonas hialinas que se producen por la falta de irrigación en la zona, se activa la microcirculación y se estimula la actividad ósea. El tratamiento consiste en indicar que se mastique la goma de mascar 15 o 20 min antes de la consulta dental y 8 horas después del estímulo. Algunos autores recomiendan combinarla con analgésicos una hora antes de la cita para mejores resultados. La goma de mascar indicada es la de Triden xtracare, ya que no tiene una consistencia pegajosa. [3, 20, 24,28, 29] Figura 38.



Figura 38. Goma de mascar.²²

4.2.2 BANDAS DE ACRÍLICO SUAVE

En el mercado existen las bandas de acrílico suave, que al igual que las gomas de mascar tienen las mismas funciones, liberar la presión en el LPD al momento de morderla para restablecer la circulación sanguínea en la zona. Su uso se indica por un lapso de 15 a 20 minutos antes de la aplicación de la fuerza y 8 horas posteriores a la revisión por el especialista.

[24]

Uso: se coloca la banda de acrílico suave en la boca y se muerde intermitentemente durante un periodo de tiempo de 15 a 20 minutos por 3 a 4 veces al día, hasta que desaparezca la molestia. Figuras 39 y 40. ^[30]



*Figura 39. Uso de la banda de acrílico suave.*²³



Figura 40. Presentaciones de bandas de acrílico suaves ^{24,25,26}.

4.2.3 MICROPULSACIONES

Este procedimiento consiste en aplicar fuerzas pulsantes y cíclicas de baja magnitud a los dientes y tejidos circundantes. Se ha demostrado que las fuerzas cíclicas (campos y vibraciones electromagnéticas pulsadas), reducen el dolor provocado por las fuerzas usadas durante el tratamiento de ortodondia.

La vibración suave elimina o reduce el dolor, por lo que se indica la aplicación antes y después de que el dolor se manifieste. Las micropulsaciones actuarán devolviendo al aporte sanguíneo a la zona que está siendo presionada. El aparato que se utiliza para llevar a cabo este procedimiento se llama Accele Dent™, es muy fácil de usar inclusive por el paciente, consiste en una guarda conectada a una pequeña máquina que se encargará de emitir las micropulsaciones, al colocarse en el boca por unos minutos. [31, 32] Figura 41.



Figura 41. Sistema Accele Dent™.27

Las micropulsaciones liberarán la presión por segundos en las zonas del LPD, favoreciendo el riego sanguíneo.

El uso de este sistema está indicado para los pacientes que llevan consigo aparatología fija y perciben dolor durante el tratamiento, caso contrario, no se podrá aplicar en pacientes con alta movilidad dental.

Instrucciones para su uso:

- Verificar la carga de la batería.
- Introducir la parte del guarda oclusal dentro de la boca.
- Mantener la boca cerrada.

- Usar el dispositivo por un periodo de 20 min., antes y después del ajuste por el especialista, para obtener los efectos analgésicos esperados. Se recomienda usarlo por 3 días, periodo que dura la molestia. Figuras 42 y 43.



Figura 42. Uso de Accele Dent™. ²⁸



Figura 43. Uso de Accele Dent™. ²⁸

4.3 LASER TERAPÉUTICO

La palabra laser por sus siglas en inglés (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), significa luz amplificada por emisión estimulada de radiación. Existen varias clasificaciones entre las que se pueden encontrar, por su medio activo en sólidos, líquidos o gaseosos, por su longitud de onda en ultravioletas, visibles o infrarrojos, y por su aplicación clínica, se tiene el soft laser y el power laser, este último se utiliza con fines quirúrgicos por lo que en el presente trabajo no se mencionara. ^[24,28]

4.3.1 SOFT LASER

También es conocido como laser blando o laser terapéutico, es usado con fines analgésicos, antiinflamatorios y regeneradores tisulares (efecto cicatrizante).

En el mercado se pueden encontrar:

- Helio-neón (He-Ne): longitud de onda de 632 nm,
- Arseniuro de Galio (Ga-As): longitud de onda de 904 nm
- Aluminio- Arseniuro de Galio (Ga-As-Al): longitud de onda de 830 nm., es el láser que cuenta con mayor penetración de los tejidos. [22,27]

Figura 44.



Figura 44. Láser Diodico.²⁹

El mecanismo de acción del láser es en la modulación del comportamiento celular sin incrementar la temperatura de los tejidos, al aplicarlo se lleva a cabo la interacción de ondas electromagnéticas con las células, en donde la energía es absorbida en tejidos inflamados y eritematosos aumentando la actividad celular con los fotones irradiados (reacción fotoquímica), la célula absorbe la energía del fotón y estimula a las biomoléculas, que a su vez activan o desactivan a las enzimas presentes, hablando del uso con fines antiinflamatorio y cicatrizantes. El efecto analgésico se produce por una estimulación a las neuronas deprimidas y del sistema linfático. [33]



El láser funciona a nivel celular como un bioestimulante o biorregulador terapéutico sobre las estructuras celulares, por lo que actúa de la siguiente manera: en la mitocondria aumenta la transformación de ADP en ATP, obteniendo una mayor producción de energía, repolariza la membrana celular, normalizando la entrada de iones y aumentando la vitalidad de la célula, y por último, facilita las reacciones energéticas dentro de la célula, como lo son los ciclos metabólicos. El láser funciona a nivel sistémico con un transmisor hacia el SNC del efecto que se da en la zona irradiada, obteniendo analgesia y desinflamación de la zona.

El láser que se utiliza por lo regular es de luz infrarroja (aprox. 904 nm de longitud de onda) con un alcance de 3 a 6 cm en los tejidos blandos y 1 cm en tejido óseo. ^[21]

Instrucciones para su colocación:

- La zona debe de estar perfectamente limpia.
- Utilizar protectores oculares (paciente y operador), ya que el láser daña la retina.
- Aplicar 4 min. Con una técnica de barrido o movimiento circular.
- Colocar sobre el trayecto del nervio, para tener el efecto de analgesia.

No sobrepasar los 30 min diarios. ^[21] Figura 45



Figura 45. Uso del láser para disminución del dolor.²⁹

El uso del láser está contraindicado en pacientes con neoplasias, epilépticos, con mastopatía fibroquística, niños en desarrollo potencial, pacientes con marcapasos, piel fotosensible, infección bacteriana sin previa profilaxis, y se debe evitar su aplicación directa en el ojo y la glándula tiroides. ^[21]

4.4 TERAPIAS PSICOLÓGICAS

4.4.1 COGNITIVA- CONDUCTUAL

Las terapias psicológicas manejan las emociones para controlar el dolor sin el uso de medicamentos. Actualmente se ha visto que la actitud del paciente influye en el correcto manejo de la aparatología. Este tipo de terapia se utiliza para tratar depresión, ansiedad, miedo, lumbalgias, dolor crónico y etapas terminales de cáncer. La terapia consiste en que el operador escucha detalladamente las experiencias previas del paciente con respecto al dolor, y trata de entender cómo se comportara actualmente.

La terapia tendrá un enfoque en modificar el pensamiento, cognición, acciones y sentimientos del paciente respecto a la manifestación del dolor. [3, 24,34]

La terapia consistirá en dar al paciente las bases para lograr relajación, manejo de la correcta respiración y estiramiento muscular, todo lo anterior será para sacarlo del entorno de estrés al cual se somete cuando se presenta dolor. Se dice que es un buen método ya que no se necesita de materiales ni instrumentos sofisticados para que se lleve a cabo. [3, 24] Figura 46.



Figura 46. Terapia cognitiva conductual. ³⁰

4.4.2 PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA

Es considerado un modelo de comunicación que se concentra en identificar y usar modelos de pensamiento que influyan sobre el comportamiento de una persona como una manera de mejorar la calidad de vida, en donde se pretende que el ser humano experimente el mundo a través de los cinco sentidos. [35]

La terapia de programación neurolingüística consiste en comenzar una plática cotidiana con comodidad y hacer que el paciente se sienta lo más cómodo posible, generando un núcleo de confianza. En el transcurso de la sesión se aplicará una técnica conocida como Rapport la cual consiste en emplear técnicas de respiración, hablar con un lenguaje amistoso, familiar y aplicar terapias de relajación. La técnica de PNL tiene como fin manejar las sensaciones y pensamientos del paciente, cuando se tiene una respuesta negativa al entorno, para lograr una respuesta positiva. ^[36] figura 47.

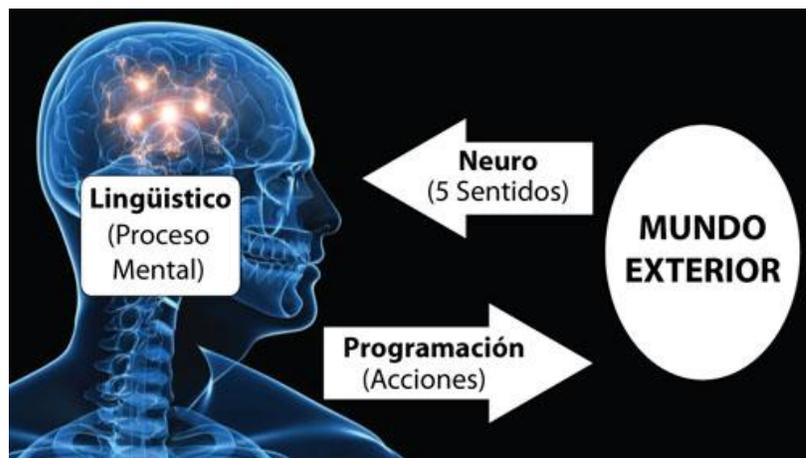
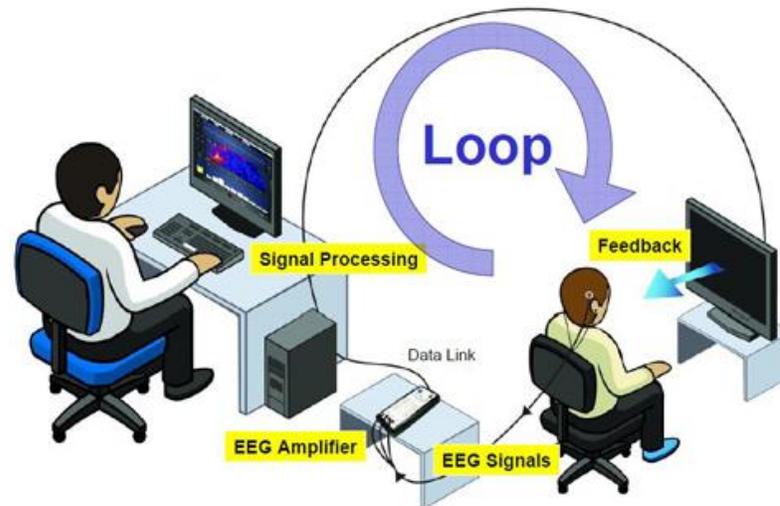


Figura 47. Procesos de PNL. ³¹

Actualmente existe otro método conocido como “Neurofeedback”, es un tratamiento que permite a los pacientes el desarrollo de estrategias que ayuden a modificar y entrenar la actividad cerebral. Actualmente utilizado para el manejo del dolor agudo, crónico, etc. ^[37]

Este método consiste en la colocación de electrodos en ciertas regiones del cuerpo, en cada sesión se registra la actividad eléctrica del cerebro, misma que el paciente observa en tiempo real en el monitor de una computadora.

Al paciente se le instruye para que aprenda a incrementar o disminuir los valores de cada una de las ondas cerebrales con diferentes ejercicios que le propician el poder manejar las emociones para que el cerebro mantenga un estado de bienestar. ^[37] Figura 48.



*Figura. 48 proceso de neurofeedback.*³²

4.5 ESTIMULACIÓN NERVIOSA ELÉCTRICA TRANSCÚTANEA (TENS)

La técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) es un método no invasivo y no farmacológico, consiste en la aplicación de corriente eléctrica pulsada, tradicionalmente empleada con finalidad analgésica.^[38]

Cuando se utiliza, los diferentes parámetros de programación del TENS deben ajustarse teniendo en cuenta que las diferentes posibilidades de programación van a activar diferentes mecanismos fisiológicos.

El TENS produce su efecto analgésico por la activación de las aferencias de los tejidos profundos por estimulación de las fibras aferentes primarias de gran diámetro A β . Los mecanismos de acción fisiológicos del TENS de alta y baja frecuencia son distintos, aunque ambos se producen a nivel periférico, espinal y supraespinal, y se basan primordialmente en la activación de distintos receptores opioides. Con la combinación de parámetros adecuados, el TENS reduce el dolor desde el primer minuto de aplicación.

Respecto a la duración del efecto analgésico tras una sesión de tratamiento, se ha demostrado la importancia de emplear intensidades elevadas para conseguir una mayor duración del efecto. El efecto es local sobre la zona de aplicación. ^[38]

Los equipos para el manejo del dolor en ortodoncia son de electroterapia de baja frecuencia, sencillo y muy útil que consta de un regulador de intensidad y frecuencia, se pueden variar los impulsos.

Indicaciones para su uso:

- Aplicar sobre el punto doloroso en ambos extremos y sobre el trayecto del nervio.
- Aplicar sobre puntos de acupuntura determinados. ^[40] Figura 49.



Figura 49. Aplicación de TENS. ³³

4.6 HOMEOPATÍA

Doctrina médica desarrollada por Samuel Hahnemann. Se encarga del estudio de los medicamentos de origen vegetal producidos a partir de una tintura madre. En esta rama de la medicina se utilizan la belladona atropa (tres veces al día), árnica montana (tres veces al día), coffea cruda (tres veces al día), plantago mayor y nuxvomica yaranea diadema, utilizados para mitigar o erradicar el dolor producido por el movimiento dental.^[4,22, 41] Figura 50.



Figura 50. Productos homeopáticos.³⁴

4.7 ACUPUNTURA

La acupuntura es una disciplina médica y odontológica, que surge en la cultura china desde hace algunos siglos, para tratar una gran variedad de enfermedades y afecciones; las cuales son tratadas insertando agujas en diferentes partes del cuerpo, conocidos como “puntos acupunturales”.^[42]



Los puntos acupunturales son puntos biológicamente activos, de baja resistencia a la corriente eléctrica y gran conductividad, distribuidos por distintas áreas del cuerpo, principalmente en regiones específicas de la superficie externa. ^[43]

En Odontología, la acupuntura se utiliza en la analgesia para diferentes procedimientos dentales, manejo de los síndromes de dolor crónico facial y miofacial, dolores y ruidos en la articulación temporomandibular, contracturas musculares de cabeza y cuello, y en pacientes bruxómanos. El uso de acupuntura tiene un potente efecto analgésico, sedante y relajante, el cual constituye la base de su aplicación en los tratamientos para aliviar el dolor. ^[42]

Los puntos de acupuntura más usados en odontología:

- **IG4:** mano, entre dedo pulgar e índice, es el punto más analgésico; teniendo efectos en cefalea, dolores oftálmicos, insomnio, dolores en la cara y los dientes.
- **E3:** borde inferior del ala nasal: usado para odontalgias, neuralgias y parálisis facial, glaucoma y miopía.
- **E7:** debajo del arco zigomático, se aplica en odontalgias, artritis de la articulación temporomandibular (ATM), neuralgia del trigémino, parálisis facial y trastornos auditivos.
- **E44:** mano, entre el segundo y tercer dedo. Teniendo un efecto analgésico para el miembro inferior, cefalea, epigastralgia y amigdalitis.
- **C7:** extremo interno, de la muñeca, considerado un punto especial, ya que modifica respuesta psíquica, por otro lado es tranquilizante, ya que tiene efectos en la ansiedad, en palpitaciones y estados de histeria.

- **ID8:** En la cara posterior de la articulación del codo, se coloca con el codo flexionado a 90°. En caso de gingivitis.
- **Lóbulo del pabellón auricular:** con una aplicación en anestesia dental y lingual, lesiones traumáticas, estomatitis, sinusitis, odontalgias, neuralgias del trigémino, faringitis y laringitis, parálisis facial y lesiones dermatológicas. ^[42] Figura 51.



*Figura 51. Aplicación de acupuntura.*³⁵

Esta técnica es aplicable en aquellos pacientes que presenten intolerancia a determinados fármacos analgésicos, o que sufren frecuentes reacciones anafilácticas que los limitan para recibir determinada sustancia o fármaco.

Se aplica en casos de intervenciones que precisan la anestesia general endotraqueal, por lo que se evita la posibilidad de accidentes y otros riesgos atribuidos a dicho método anestésico, es una técnica de elección para la intervención quirúrgica ambulatoria.



Al terminar su aplicación se obtienen efectos sedantes o estimulantes, mejorando la respuesta psicológica en el paciente. Regula la homeostasis, las respuestas inmunodefensivas y antiinflamatorias. [43]

Los tratamientos son realizados en varias sesiones y van de la mano de Complejos Homeopáticos preparados especialmente para cada paciente según el caso.

Como comprueba Flagioli et al, en su estudio realizado en 2010, es un método muy efectivo para manejar el dolor después de la activación ortodóncica. [44]



5. DISCUSIÓN

Houston y Tulley en su libro *“Manual de ortodoncia”*, mencionan que al ingerir AINES, la inhibición de las prostaglandinas disminuyen, pero no evita la resorción ósea en las zonas de presión por lo que la actividad celular sigue presente. ^[19] En este mismo sentido se sabe que la prostaglandina influye en el movimiento dental y por lo tanto se debe esperar que los medicamentos que inhiben su actividad alteran dicho movimiento, pero por las dosis reducidas y la corta duración de la toma del medicamento, estos no interfieren en el movimiento dental como lo menciona Proffit en su libro *“Ortodoncia contemporáneo”*.^[18] También los estudios han indicado que si los AINES se dan antes de la aplicación de la fuerza, el cuerpo las absorbe antes de que los tejidos se modifiquen por la aplicación de la fuerza y de la posterior producción de prostaglandinas, según Shenoy y cols. en su artículo *“The pain management in orthodontics”*.^[29]

Por otra parte se encontró que Maheswari, y cols. en su artículo *“Recent advances in the management of orthodontic pain”*, menciona que el uso prolongado de AINES reduce el movimiento dental ^[24]. Según el artículo de Pattel y cols., *“Effect of analgesics on orthodontics pain”*, menciona que Chumbley AB y cols., Krykanides S y cols., Walker JB y cols. y Tyrovola J.B. y cols., han demostrado que la inhibición de prostaglandinas por AINES evita o retrasa los movimiento dentales. ^[25]

En este mismo sentido Rodríguez Yáñez EE en su libro *“1001 tips en ortodoncia y sus secretos”*, menciona que los medicamentos antiinflamatorios actúan inhibiendo principalmente la biosíntesis de prostaglandinas y tromboxanos, por lo que obviamente se detendrán o atrasarán los movimientos dentales, llevando a la pausa el tratamiento, por lo tanto fracaso a largo plazo. ^[21]



6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la revisión exhaustiva de la literatura y publicaciones científicas en diferentes Journals, se pudo comprender que al momento de aplicar una fuerza en algún diente se puede lograr el movimiento dental en sentido y dirección deseada, lo cual comprende una serie de reacciones celulares y moleculares que van a determinar la aparición del dolor dental en la zona por estimulación de receptores que llevaran la información al SNC. Se encontró que el dolor dental ha llevado a la búsqueda de diferentes métodos para erradicarlo, tal es el caso de medicamentos, estímulos vibratorios, terapias psicológicas, homeopatía, aplicación del láser terapéutico, TENS y acupuntura.

En el caso del uso de medicamentos se llegó a la conclusión de que no está contraindicado su uso durante un periodo corto de tiempo dentro del tratamiento, ya que no tiene una influencia como tal en la regeneración y reabsorción ósea que se requiere. Se estableció que el medicamento de primera elección debe de ser el paracetamol (acetaminofén), ya que tienen propiedades antipiréticas y no actúan directamente en la cascada de la inflamación, después se tiene el uso del ibuprofeno, no excediendo el periodo indicado, porque actúa directamente en la inhibición de prostaglandinas, y por último el ácido acetilsalicílico, (antiagregante plaquetario).

Los estímulos vibratorios son métodos actuales que ayudan a la liberación de la presión del LPD, dando lugar a la microcirculación en la zona, tienen gran aceptación en los pacientes ya que es un método indoloro. Para inducir estímulos vibratorios se tienen gomas de mascar, bandas de acrílico suave y un aparato que induce micropulsaciones.



La aplicación del láser terapéutico aún no se ha implementado mucho en la práctica privada, debido a su alto costo, lo anterior no lo hace viable para aplicarse en todos los pacientes con aparatología.

La aplicación de este método se da a nivel celular-tisular con muy buenos resultados analgésicos.

Las terapias psicológicas se están implementando para lograr crear en los pacientes un ambiente de confianza, evitar que sufran mucho estrés, lo cual conlleva a la manifestación del dolor durante el tratamiento. En este mismo sentido se sabe que al manejar la conducta y el entorno del paciente se obtendrá su total cooperación.

La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), no se ha empleado mucho en el manejo del dolor en odontología, ya que su uso se deriva más a dolores musculares.

La homeopatía, se usa como un método más para el manejo del dolor dental, ya que muchas personas actualmente prefieren usar este método ya que son medicamentos de origen natural. Esta es una alternativa muy buena ya que en la actualidad cada vez más pacientes optan por consumir este tipo de medicamentos.

Por último se tiene la aplicación de la acupuntura como terapéutica médica, con comprobación científica en algunos países, que es esencialmente eficaz en el tratamiento del dolor dental contribuyendo a mejorar la calidad de vida careciendo de los efectos no deseados de los fármacos.



7. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ustrell Torrent JM. Manual de ortodoncia. España: Editorial Universidad de Barcelona; 2011.
2. Torres LM. Tratado de anestesia y reanimación. Vol. 1. España: Editorial Aran; 2001.
3. Sudhakar V, Vinodhini TS, Mohan AM, Srinivasan B, Rajkumar BK. The efficacy of different pre- and post-operative analgesics in the management of pain after orthodontic separator placement: A randomized clinical trial. J Pharm Bioall Sci jul 2014; 6 (Suppl 1): S80-S84.
4. Gutiérrez Villarreal MZ. Reducción del dolor posterior al ajuste ortodóntico, utilizando un método de estímulo vibratorio [Tesis especialidad/maestría]. Universidad Autónoma De Nuevo León. 2014. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/4259/1/1080253886.pdf>
5. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª edición. México: Editorial Médica Panamericana; 2013.
6. Uribe Restrepo GA. Ortodoncia: teoría y clínica. Colombia: Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas; 2010.
7. Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. Barcelona: editorial Elsevier Health Science; 2013
8. Escobar MI, Pimienta HJ. Sistema nervioso. 2ª reimpresión. Colombia: Editorial universidad del valle Colombia; 2006.
9. Hargreaves KM, Berman LH, Cohen S. Vías de la pulpa. España: Editorial Elsevier; 2011.
10. Presto RR, Wilson TE. Fisiología. Philadelphia: Editorial Lippincott Williams & Wilkins; 2013
11. Barret KE, Barman SM, Boitano S. Fisiología médica. 24ª edición. México: editorial McGraw-Hill Interamericana; 2012.



- 12.** Bistre Cohen S. Dolor: cuidados paliativos, diagnóstico y tratamiento. México: Editorial trillas; 2009.
- 13.** Salas Herrera IG, Chan Suen KH, Wu Chen WC. Manejo del dolor en el cáncer. Costa Rica: Editorial universidad de Costa Rica; 1997.
- 14.** Muriel Villoria C. Dolor crónico, diagnóstico, clínica y tratamiento. España: Editorial Aran; 2007.
- 15.** Goya Laza P, Martin Fontelles MI. ¿Qué sabemos del dolor? España: Editorial CSIC; 2010.
- 16.** Arias J, Aller MA, Arias JI, Lourente L. Generalidades médico-quirúrgicas. España: Editorial Tebar; 2001.
- 17.** Quirós Álvarez OJ. Haciendo fácil la ortodoncia. México: Editorial AMOLCA; 2012.
- 18.** Proffit WR. Ortodoncia contemporánea: teoría y práctica. 5ª edición. Madrid: Editorial Elsevier; 2014.
- 19.** Houston WJB, Tulley WJ. Manual de ortodoncia. 3ª reimposición. México: Editorial el manual moderno; 1998.
- 20.** Guercio E. Biología del movimiento dentario ortodóntico. 2001. Obtenido de acta odontológica venezolana: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2001/1/biologia_movimiento_dentario.asp. [consultado el día 11 de septiembre del 2015]
- 21.** Rodríguez Yáñez EE, Casasa Araujo R, Natera MAC. 1001 tips en ortodoncia y sus secretos. Colombia: Editorial AMOLCA; 2007.
- 22.** Saquelli A, Orellana A, Garzan R. Alternativas de tratamiento para disminuir el dolor de origen ortodóntico. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediratria. 2010. Disponible en <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2010/art6.asp> (consultado el 3 de septiembre 2015).



23. Otasevic M, Naini FB, Gill DS, Lee TR. Prospective randomized clinical trial comparing the effect of a masticatory bite wifer and avoidance of hard food on pain associated whit initial orthodonctic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 130:6 e9-6, e15.
24. Maheshwari S, Verma SK, Gaur A. *Recent advances in the management of orthodontic pain*. Journal of Dental Research and Scientific Development 2015; Vol 2 (Issue 1):13-6.
25. Patel S, McGorray SP, Yesierski R, Fillingim R, Logan H, Wheeler TT. Effects of analgesics on orthodonctic pain. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2011; 139: e53-e58.
26. PLM disponible en: http://www.facmed.unam.mx/bmnd/dirijo.php?bib_vv=6. [Consultado el 23 de septiembre 2015]
27. <http://www.bayer.mx/>
28. Benson PE, Razi RM, Al-Bloushi RJ. The effect of chewing gum on the impact, pain and breakages associated with fixed orthodontic appliances: a randomized clinical trial. Orthodontics and Craniofacial Research 2012; vol. 15: 178-187.
29. Shenoy N, Shetty S, Ahmed J, Ashok SK. The pain management in orthodontics. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2013 June, Vol. 7(6): 1258-1260.
30. <http://www.dentakit.com/bitewafers.html>
31. Tapia Alquicira D. Alternativas para “la aceleración” del tratamiento ortodónico en el paciente adulto. [Tesina cirujana dentista]. 2014. Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2014/octubre/306059861/Index.html> (consultado el 2 de octubre 2015)
32. Bosio JA, Liu D. Moving Teeth faster, better and painless. Is it posible? Dental Press Journal Of Orthodontics Nov./Dic. 2010. Vol. 15 (No. 6)



33. Holmberg,F, Muñoz J, Cordova P, Sandoval P. Uso del láser terapéutico en el control del dolor en Ortodoncia. *Int. J. Odontostomat.* 2010; 4(1):43-46.
34. Bauster S, Vickers A. Programación neurolingüística (PNL), las claves para una comunicación más efectiva. Barcelona: editorial Amat; 2011.
35. Sawada A, Usui N, Shimazaki K, Taira M, Ono Takashi. The effects of cognitive behavioral therapy on experimental orthodontic pain. *Journal Orthodontic Waves* 2015; vol. 74 (Issue 1): 10-4.
36. Corrales Ruíz EH, Mogollón Moreno OL. Control del dolor en la primera fase del tratamiento de ortodoncia con programación neurolingüística. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología.* 2010; 1 (1): 22-30.
37. <http://www.neurofeedback.com.mx/>
38. Roth PM, Thrash WJ. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for controlling pain associated with orthodontic toothmovement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986 Aug; 90(2):132-8.
39. Amer Cuenca JJ, Goicoechea C, Lisón J.F.. ¿Qué respuesta fisiológica desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea? *Revista de la sociedad española del dolor* octubre 2010. Vol. 17 (Issue 7): Pags.333- 342.
40. <http://www.clinicadentalfusset.com/informacion/estimulacion-nerviosa-para-el-tratamiento-del-dolor/>
41. <https://webdental.wordpress.com/2011/06/14/acupuntura-y-homeopatia-odontologica/>
42. Dra. Acosta Navarro ME, Dra. Trujillo Alayón A, MSc. Traviás Herrera EM, Dr. Delgado Fernández R. La acupuntura y su aplicación en estomatología. *Revista cubana de Estomatología* 2012; vol 49 (2).



43. Assia-Flagioni Boleta-Ceranto D, Samposio de Souza R, Silverio López S, Canola N. Orthodontic post-adjustment pain control with acupuncture. *Dental Press J Orthod.* 2014 Jul-Aug; 19(4): 100–106.



8. FUENTES DE IMÁGENES

1. Fox SI. Fisiología humana. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores; 2014.
2. [www. Lookfordiagnosis.com](http://www.Lookfordiagnosis.com)
3. <http://residenciasalcalamahora.com/2013/04/08/sistema-nervioso-autonomo-o-vegetativo/>
4. <http://www.arydol.es/dolor-cronico-intenso.php>
5. <http://slideplayer.es/slide/2366082/>
6. Uribe Restrepo GA. Ortodoncia: teoría y clínica. Colombia: Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas; 2010.
7. <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/FRANKALEXMOR ENOPALACIOS.pdf>
8. Ravindra N. Biomecánicas y estética, estrategias en ortodoncia clínica. Colombia: editorial amolca; 2007.
9. <http://es.slideshare.net/munevarjuan/biologa-del-movimiento-dental>
10. Quirós Álvarez Oscar José. Haciendo fácil la ortodoncia. México: Editorial AMOLCA, 2012.
11. <http://periodoncia5toc.blogspot.mx/2010/12/ligamento-periodontal.html>
12. Tapia Alquicira D. Alternativas para “la aceleración” del tratamiento ortodóncico en el paciente adulto. Tesina cirujana dentista. 2014. Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2014/octubre/306059861/Index.html>
13. www.mexipharmacy.com
14. www.la-boticaria.com
15. www.farmalisto.com
16. www.farmaldea.com



17. www.farmaplus.com.ve
18. www.lacomer.com.mx
19. www.lafarcacioentucasa.mx
20. www.farmaciasdesimilares.com.mx
21. www.primer-nivel.com
22. <https://www.propdental.es/blog/odontologia/chicle-sin-azucar/>
23. <https://www.flickr.com/photos/63866531@N08/6984166183>.
24. <http://www.kerrlab.com/products/waxes>
25. <http://dynaflex.com/store/index.php/laboratory-supplies/hygenic-waxes-yellow-bite-wafers.html>
26. <http://www.dentakit.com/bitewafers.html>
27. www.clinicabalut.com
28. www.odontologos.mx
29. Rodríguez Yáñez EE, Casasa Araujo R, Natera MAC. 1001 tips en ortodoncia y sus secretos. Colombia: Editorial AMOLCA; 2007.
30. www.psicosoma.es
31. www.programacionneurolinguistica hoy.com.
32. www.childhoodobesitynews.com
33. <http://www.clinicadentalfuset.com/informacion/estimulacion-nerviosa-para-el-tratamiento-del-dolor/>
34. educovirtual.wordpress.com/tag/homeopatia-en-odontologia/
35. www.webdental.wordpress.com

9. FUENTES DE TABLAS

1. Proffit WR. Ortodoncia contemporánea: teoría y práctica. 5ª edición. Madrid: Editorial Elsevier; 2014.
2. PLM disponible en: http://www.facmed.unam.mx/bmnd/dirijo.php?bib_vv=6. [Consultado el 23 de septiembre 2015]