



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
POSGRADO DE ORTODONCIA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL GRADO DE DEFORMACIÓN DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16 FUERZA MEDIANA DE LAS MARCAS GAC, AMERICAN ORTHODONTICS Y ORMCO “IN VITRO”.

*Protocolo de Tesis previo a la obtención del título de
Especialista en Ortodoncia.*

Director: Dr. Marcelo Cazar Almache

Autor: Od. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez

Cuenca- Ecuador

2013

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo, sacrificio, perseverancia y la lucha diaria son de ti mi DIOS, Padre celestial, Churonia del Cisne nunca me dejaste solo, Divino Niño en ti confié, gracias a mis padres Bachita y German por ser mi pilar, mi piedra en la vida, los amo con todas las fuerzas de mi corazón, LA VIDA ME HA DADO EL MEJOR REGALO MI FAMILIA, mis hermanos Gaby y Pablo un ejemplo a seguir mis anhelos es de verlos grandes cada día, a mi esposa Verito que siempre con tus oraciones pides que este bien, me das animo y eres mi soporte en la vida matrimonial.

A mi orgullo como Papito a mi hija Super Cami, esto es fruto del inmenso amor que tengo mi nena bella NUNCA TE DEJARE que con tus sonrisas animas mi corazón.

Y A MI TIERRA LOJITA DEL ALMA ESTO VA POR TI, SER ECUATORIANO UN ORGULLO SER LOJANO UN PRIVILEGIO.

AGRADECIMIENTO

Como describir un proceso duro en todo momento pero siempre mirando al frente con paso firme, jamás dejare mis principios y mis valores pero sobre LA LEALTAD QUE ESO NADIE ME LO VA A QUITAR.

Comienzo por usted Dr. Manuel Bravo, me abrió las puertas, me permitió estar donde estoy, NUNCA CAMBIE QUE LA VIDA LE VA A DAR MAS MUCHAS BENDICIONES AMIGO y colega que siempre estaré ahí, nunca dude de los amigos de los que cada día queremos verlo en los más alto.

A una persona grande como ninguna, genial en todo sentido, un ejemplo a seguir, una inspiración que no tengo palabras más que decirle UN DIOS LE PAGUE DR MARCELITO CAZAR UN MAESTRO EN ESTE PROCESO UN AMIGO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS QUE NUNCA ME DEJO SOLO GRACIAS POR ESA CONFIANZA QUE HA DEPOSITADO EN MI, UN AMIGO QUE CONSIDERO MUCHO.

Como no quererla y respetarla, como no apreciarla a usted mi DRA MARIBEL LLANES UN BASTON QUE TENGO EN MI VIDA, UNA MAESTRA QUE SIEMPRE ME GUIA PASO A PASO, QUE ME FELICITA, QUE ME ANIMA Y ME DA FORTALEZA QUE MI DIOS ME LA BENDIGA

A mis amigas PACHITA Y TATY no hay palabras de decirles cuanto las quiero, GRACIAS por todo lo que han hecho por mí, que mi dios me las cuide son lo máximo las adoro con mi corazón.

A mis profesoras JAQUELINE, SONIA Y VALERIA gracias por compartir su conocimiento con uno, guiarme hasta este momento, mujeres emprendedoras que dan su aporte día a día.

A mis brasileños como no DR GLEISON Y MARCOS la humildad de ustedes y ese don por dar una clase son un verdadero ejemplo de superación.

A mis colegas de promoción pero sobretodo a mis PANAS CHIQUI, CACERES, XIME, OMAR, MAYITA, BOLO, PERICLES, BORIS, SUCO, MATUTE, PEDRITO, DIEGAZO, PAYASO, PEPE LUCHO, MONTES, SEBAS, MARTHA, OLGUITA, GERMANCITO, FRANKLIN, FABRI, JOE, SANTI, ANITA, MILTIN, GUERRERO, AMERICO, DANY, LULY, PAUL, DAVICHO, CHOCHA, MARIA DEL CISNE, DON ARIAS, DR JHONSON SE LOS DIJE AMIGOS VAMOS POR EL BUEN CAMINO ESTUVIERON CUANDO MAS LOS NECESITE COMPADRE HASTA LA MUERTE.

| | |
|--|--------------|
| 1.INDICE..... | 5,6,7 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 8 |
| LISTA DE TABLAS..... | 9 |
| RESUMEN..... | 10 |
| ABSTRACT..... | 11 |
| 1.INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 2.JUSTIFICACIÓN..... | 14 |
| 3. MARCO TEORICO..... | 15 |
| 3.1 ORIGEN DE LOS CAUCHOS..... | 15 |
| 3.2 ESTRUCTURA DEL CAUCHO..... | 19 |
| 3.3 PROPIEDADES DEL CAUCHO..... | 20 |
| 3.4 CLASIFICACIÓN..... | 21 |
| 3.4.1 TERMOPLÁSTICOS..... | 21 |
| 3.4.2 TERMOFIJOS..... | 22 |
| 3.4.3 ELASTOMEROS..... | 22 |
| 3.5 VULCANIZACIÓN..... | 22 |
| 4. TIPOS DE MATERIALES ELÁSTICOS..... | 23 |
| 4.1 ELASTOMEROS..... | 23 |
| 4.2 CADENAS ELASTOMERICAS..... | 24 |
| 4.2.1 CADENA CERRADA..... | 25 |
| 4.2.2 CADENA LARGA..... | 25 |
| 4.2.3 CADENA EXTRALARGA..... | 25 |
| 4.3 ELASTICOS INTERMAXILARES | 26 |
| 4.3.1 ELASTICOS AMERICAN ORTHODONTICS..... | 27 |
| 4.3.2 ELASTICOS GAC DENSTPLY..... | 28 |
| 4.3.3 ELASTICOS ORMCO SYBRON..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 4.4 EFECTOS DE LOS ELASTICOS CLASE II..... | 31 |
| 4.5 EFECTOS DE LOS ELÁSTICOS EN CLASE III..... | 31 |
| 4.6 MECANICA DE LOS ELASTICOS INTERMAXILARES..... | 32 |
| 5. FORMAS DE UTILIZACIÓN DE LOS ELASTICOS INTERMAXILARES..... | 33 |
| 5.1 ELASTICOS PARA CORRECCIÓN DE LÍNEAS MEDIAS..... | 33 |
| 5.2 ELASTICOS TIPO CAJA LATERAL VECTOR CLASE II..... | 34 |
| 5.3 ELASTICOS TIPO CAJA LATERAL CLASE III..... | 34 |
| 5.4 ELASTICO TIPO CAJA LATERAL BUCOLINGUAL..... | 34 |
| 5.5 ELASTICOS VERTICALES ANTERIOR EN FORMA DE TRAPECIO..... | 34 |
| 5.6 ELASTICOS TIPO TRAPECIO ANTERIOR PARA CLASE III..... | 34 |
| 5.7 ELASTICOS VERTICALES LATERALES EN FORMA DE TRIANGULO..... | 35 |
| 5.8 ELASTICOS VERTICALES CRUZADOS..... | 35 |
| 5.9 ELASTICOS VERTICALES LATERALES EN FORMA DE M Y W..... | 35 |
| 5.10 ELASTICOS ORTOPEDICOS EXTRAORALES..... | 35 |
| 6. COMPOSICIÓN DEL PROTOTIPO MEDIDOR DE FUERZAS..... | 35 |
| 6.1 ESTRUCTURA MECANICA..... | 36 |
| 6.2 DISEÑO ELECTRONICO..... | 36 |
| 7.OBJETIVOS | |
| 7.1 OBJETIVO GENERAL..... | 39 |
| 7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 39 |
| 8. METODOLOGÍA | |
| 8.1 DISEÑO DEL ESTUDIO..... | 40 |
| 8.2 UNIDAD DE OBSERVACIÓN..... | 40 |
| 8.3 UNIDAD DE ANALISIS..... | 40 |
| 8.4 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA..... | 40 |
| 8.5 RELACIÓN EMPIRICA DE VARIABLES..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 8.6 CRITERIOS DE INCLUSION..... | 41 |
| 8.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... | 41 |
| 8.8 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICA..... | 41 |
| 8.9 ANALISIS ESTADISTICO..... | 41 |
| 9. RESULTADOS..... | 43 |
| 9.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 42 |
| 10. DISCUSIÓN..... | 46 |
| 11. CONCLUSIONES..... | 48 |
| 12. RECOMENDACIONES..... | 49 |
| 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 50 |
| 14. ANEXOS..... | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIG 1. Elásticos intermaxilares 3/16 GAC DENSTPLY, ORMCO SYBRON Y AMERICAN ORTHODONTICS..... | 26 |
| FIG 2. PROTOTIPO MEDIDOR DE FUERZAS..... | 36 |
| FIG 3. SENSORES ELECTRONICOS CADA UNA CON SU RESPECTIVO ELASTICO INTERMAXILAR..... | 37 |
| FIG 4. PROTOTIPO CON CONEXCION USB AL ORDENADOR..... | 37 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Comparación de los promedios de deformación (tensión medida en gramos) de tres ligas en 5 mediciones en función del tiempo, a intervalos iguales..... | 43 |
| Tabla 2. Comparación de los porcentajes de deformación (tensión medida en gramos) de tres ligas en 5 mediciones en función del tiempo, a intervalos iguales..... | 44 |
| Tabla 3. ANOVA de las variaciones intragrupo e intergrupo de las tres marcas de elásticos intermaxilares 3/16 fuerza mediana, en 5 mediciones a intervalos de 6 horas..... | 45 |
| Tabla 4. Resumen del promedio de deformaciones de tres marcas de elásticos intermaxilares medidas en 24 horas..... | 45 |
| Tabla 5. Análisis complementario de Student- Newman-Keuls..... | 46 |

RESUMEN

El propósito de este estudio es comparar, conocer el grado de deformación de los elásticos intermaxilares, en nuestro medio, las distribuidoras de las casas comerciales que distribuyen los elásticos intermaxilares no proveen un sustento técnico y científico para manejo de los mismos (1). Estudios describen que los materiales hechos a base de látex sufre cambios en sus propiedades, influenciados por el tiempo, condiciones de almacenamiento, luz, etc, por lo que no existe información sobre grado de deformación de los mismos, por consiguiente es necesario evaluarlos dentro de la mecánica ortodóntica para efectivizar los tratamientos. (2) Se dictamina que en la boca los elásticos experimentan fuerzas por su uso diario existiendo factores como la saliva y el ph pueden alterar la fuerza inicial aplicada a los elásticos. Por eso es importante determinar las cualidades biomecánica de los elásticos.

En nuestro país la falta de variedad de marcas, predispone que utilicemos marcas de dudosa procedencia, en donde los resultados de nuestros tratamientos podrán verse afectados.

Se realizó un estudio in vitro utilizando una maquina con ocho sensores, para determinan el grado de fuerza tiene cada elástico intermaxilar de las marcas GAC, ORMCO y AMERICAN ORTHODONTICS, en 24 h, a través de intervalos 6, 12, 18 y 24 h, aplicando el método de análisis de varianza para saber si existen diferencias entre una y otra marca.

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare, determine the degree of deformation of the rubber bands, in our environment, the distributors of commercial houses that distribute intermaxillary elastics not provide a technical and scientific support for their management (1). Studies describe that materials made from latex undergoes changes in its properties, influenced by weather, storage conditions, light, etc., so that there is no information on the degree of deformation of the same, therefore it is necessary to evaluate them in orthodontic mechanics to effect treatment. (2) Finds that the experience forces elastic mouth for daily use factors exist such as saliva and the pH can alter the initial force applied to the spring. Therefore it is important to determine the biomechanical qualities of elastics.

In our country the lack of variety of brands, predisposes us to use dubious brands, where the results of our treatments may be affected.

A study was conducted in vitro using a machine with eight sensors, to determine the degree of elastic force of each of the marks intermaxilar GAC DENTSPLY, ORMO SYBRON and AMERICAN ORTHODONTICS and at 24 h intervals through 6, 12, 18 and 24 h, applying the method of analysis of variance to determine if there are differences between this marks.

1. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia se caracteriza por utilizar diferentes elementos técnicos para tener un control adecuado en cada fase de planificación de tratamiento, en donde, (3) dictaminan la mecánica ortodóncica hace uso los elásticos intermaxilares para las correcciones sagitales, verticales o para promover la mejor intercuspidación de los dientes, esto es importante debido a que cada elástico tiene diferente aplicación de acuerdo a factores como: fuerza, distancia, y vector de dicha aplicación, siendo necesario saber los períodos de utilización de los elásticos, sabiendo que paulatinamente va decayendo su fuerza inicial alterando la forma de estos elementos. (4) Evalúa además de la fuerza factores como pH y saliva, pudiendo estos factores alterar la fuerza aplicada provocando la deformación, debido al stress modifica la fuerza y forma inicial.

La elasticidad y la aplicación de la fuerza requieren mucha colaboración del paciente. (5) Estudios observan que los pacientes deben de cambiarse los elásticos de acuerdo a las necesidades del tratamiento y las indicaciones específicas del especialista, el cambio diario (24 h) y la higiene influyen en alterar de una manera marcada la fuerza inicial, debido a la fatiga y al cambio molecular alterando sus propiedades físicas y químicas.

Además la composición del material y el sometimiento a la fuerza inicial aplicada en un determinado momento a los elásticos también es disminuida por la masticación, hablar, temperatura oral, acidez y alcalinidad de diversos alimentos y bebidas.

Cabe señalar que, (6) Existen estudios que analizan los efectos de la saliva dictaminó que existen pocos estudios de correlación entre la saliva, el grado de deformación y la citotoxicidad de los mismos.

Es importante identificar la uniformidad de fabricación de las diferentes marcas y los diámetros internos, (7,8,9) evalúan los diámetros internos para saber la fuerza de magnitud de los elásticos conociendo la fatiga inicial por pérdida de fuerza es del 40% debido a la elongación.

2. JUSTIFICACIÓN

Los elementos ortodonticos utilizados en la biomecánica son indispensables para el buen manejo de un tratamiento, al momento de utilizar productos no validados pueden afectar o retrasar la terapéutica, (10) Evalúan la forma inicial y final de los elásticos intermaxilares observando su grado de deformación, con eso se pone un preámbulo para exigir a las casas comerciales el material adecuado para cumplir con el éxito al momento de corregir cualquier tipo de alteración sagital, vertical o de intercuspidadación dentro de rangos establecidos en el plan de tratamiento de cada individuo.

Siendo esto un parámetro fundamental para las etapas de finalización en la clínica, representando un aspecto que conlleva a conocer las fuerzas, diámetros y material fabricado que fortalezcan la mecánica aplicada en determinado momento.

El objetivo de este estudio es comparar tres marcas comerciales como son la GAC DENSTPLY, ORMCO SYBRON y AMERICAN ORTHODONTICS, su grado de deformación al momento de ser sometidas a distancias para conocer el tipo de fuerzas que mantienen cada una, a través de un prototipo mecanizado.

3. MARCO TEORICO

Existen diferentes materiales que coadyuvan al movimiento dentario, esto a través de alambres, elásticos de látex y elastómeros sintéticos, los mismos absorben agua y saliva lo que produce una destrucción a nivel molecular y una deformación permanente, además; cambian de volumen y se pigmentan, debido a los fluidos y bacterias presentes en la saliva que llenan los espacios vacíos en la matriz de la goma. (11) dictamina que la saliva, masticación, placa dentobacteriana y la temperatura de la boca influyen sobre la velocidad de la degradación de la fuerza los elásticos. Antes de comenzar es importante saber el origen.

3.1 ORIGEN DE LOS CAUCHOS

El caucho es un polímero elástico, cis-1,4-polisopreno, polímero del isopreno o metilbutadieno, C_5H_8 , surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. La principal fuente comercial de látex son las eborbiáceas, del género HEVEA, dando como un resultado una goma natural, blanca, lechosa, originaria de la región del Amazonas, China, México, Vietnam y Brazil, existiendo diversas variedades como Hevea brasiliensis, Urceola elástica, Funtumia elástica, Gutta percha palaquium gutta y la Castilla elástica.

En su lugar de origen, el centro y sur de América, (12) , el caucho ha sido recolectado durante mucho tiempo. Desde mucho antes de la llegada de los europeos y su afán mercantilista, ciertos indígenas del Amazonas lo llamaban *cautchouc*, o "árbol que llora", y lo usaron para hacer vasijas y láminas a prueba de agua.

Las civilizaciones mesoamericanas usaron el caucho sobre todo de la Castilla elástica (el hule). Los antiguos mesoamericanos tenían un juego de pelota donde utilizaban pelotas de goma, y unas pelotas precolombinas de goma fueron encontradas (siempre en sitios que estuvieron inundados de agua dulce), las más antiguas aproximadamente del año 1600 a. C. Los colonizadores españoles se asombraron por los grandes saltos que lograban las pelotas de goma de los aztecas.

Los mayas también hacían un tipo de zapato de goma sumergiendo sus pies en una mezcla de látex. El caucho fue usado en otros contextos, como tiras para sostener instrumentos de piedra y metálicos a mangos de madera, y acolchado para los mangos de instrumentos. Aunque los antiguos mesoamericanos no contaban con procesos de vulcanización, desarrollaron métodos orgánicos para tratar el caucho con resultados similares, mezclando el látex crudo con varias savias y jugos de otras enredaderas, en particular la *Ipomoea alba*.

En Brasil, los habitantes usaban el látex en una rueda de paletas de madera que hacían girar en medio del humo producido por una hoguera y al repetir las inmersiones obtenían una bola de caucho ahumado. Entendieron el uso de caucho para hacer tela hidrófuga. Una historia dice que el primer europeo en retornar a Portugal desde Brasil con muestras de tela impermeable engomada impresionó tanto a la gente que fue juzgado por brujería.

Cuando las primeras muestras del caucho llegaron a España, se observó que un pedazo del material era bueno para borrar escritos de lápiz sobre el papel. Esto mismo lo estableció Joseph Priestley, el clérigo inglés que

descubrió el oxígeno. Aún se usan para este fin pedazos de este material, conocidos como 'gomas' en España y América del Sur, y en México se conoce como goma o chicle.

A principios del siglo XVIII, Charles de La Condamine, quien posteriormente descubrió que el caucho natural estaba compuesto por cadenas de hidrocarburo, con lo que dejó abierta la posibilidad de producir caucho sintético. Durante la I Guerra Mundial los químicos alemanes fabricaron caucho sintético a partir de dimetil butadieno, en vez de isopreno.

Como otros grandes avances de la ciencia, la vulcanización (un avance clave en la historia de caucho), se dio gracias a un accidente.

En 1839, por accidente, un inventor de Boston, Charles Goodyear dejó caer una mezcla de caucho y de azufre sobre una estufa caliente. Fue el principio de la vulcanización, el proceso que hizo el caucho inmune a los elementos, transformándolo de rareza en producto esencial de la era industrial.

Para 1925 se abarató el proceso usando butadieno, que a su vez se obtenía del butano y butileno, subproductos del petróleo que se convirtió en la principal materia prima para la obtención del caucho. Posteriormente se descubrieron otras clases de cauchos sintéticos. A partir de 1945 la producción de caucho sintético supera la de caucho natural, el cual sin embargo ha permanecido en el mercado, logrando importancia en épocas de precios altos del petróleo.

Antes de usarse la *Hevea brasiliensis* para fabricar caucho se usó la especie asiática *Ficus elastica*.

El 60 % del caucho sintético y el 75 % del caucho natural se destinan a la fabricación de neumáticos y productos afines, El látex se obtiene practicando en la corteza del árbol del caucho una incisión en espiral en días alternos, aunque la frecuencia y el método pueden variar. El látex se recoge en vasos colgados del árbol, bajo la incisión, y a continuación se transfiere a cubos que se transportan a las estaciones de procesamiento.

Por lo general, se añade amoníaco como conservante. El amoníaco rompe las partículas de caucho y produce un producto que forma dos fases con un 30 - 40 % de parte sólida. Este producto se concentra hasta obtener un 60 % de parte sólida, obteniéndose así un concentrado de látex amoniacal con un 1,6 % de amoníaco en peso. También existe un concentrado de látex con bajo contenido en amoníaco (0,15 – 0,25 %). Con el fin de evitar la coagulación y la contaminación, se añade a este concentrado un conservante secundario, como el pentaclorofenato sódico, el disulfuro de tetrametiluram, el dimetilditiocarbamato sódico o el óxido de zinc.

En donde el látex fresco se transforma en caucho seco por medio de procesos químicos con sustancias coagulantes. El látex contiene:

- 30 al 36% de hidrocarburo de caucho.
- 0,30% al 0,7% de cenizas
- 1 al 2% de proteínas
- 2% de resina
- 0,5% de quebrachitol

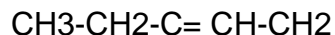
- 60% agua.

En donde los elementos como el plástico está formado principalmente por un adhesivo junto con plastificantes, rellenos, pigmentos y otros dispositivos. El adhesivo le aporta al plástico sus características fundamentales, por lo que los polímeros grandes tienen propiedades superiores como la resistencia y la insolubilidad, la presencia de monómeros que no han reaccionado e incluso cadenas pequeñas como los oligómeros es perjudicial debido a que reducen básicamente la resistencia y conducen a la lixiviación.

Los polímeros pueden ser lineales, ramificados o tridimensionales. Los primeros tienen dos tipos formando espirales de cadenas de carbono, agrupadas en laminillas que se pliegan de distinto modo, Algunos polímeros son amorfos, fluyen y permanecen estirados, al ser traccionados y cuando se ablandan por calentamiento y adquieren nueva forma.

3.2 ESTRUCTURA DEL CAUCHO

Bioquímicamente pertenece al grupo de los hidrocarburos C_5H_8 , el cual es capaz de fijar, por adición, grupos monovalentes.



La principal fuente comercial es el látex, los hidrocarburos purificados de la gutapercha y del caucho tienen la misma fórmula C_5H_8 , en donde existen dos estructuras como el cuero, el segundo blando y flexible, dando una configuración cis y la gutapercha la configuración trans.

Existiendo cadenas largas y flexibles; fuerzas intermoleculares débiles y enlaces intermoleculares ocasionales. El caucho es cis-1,4-poliisopreno. Al no tener sustituyentes fuertemente polares, la atracción intermolecular queda limitada a las fuerzas de Van Der Waals, débiles por la configuración cis en todos los dobles enlaces. Apreciamos que la configuración trans permite cadenas extendidas muy regularmente zigzagueantes que pueden juntarse bien, cosa que no es posible para la configuración cis. El estereoisómero totalmente trans se encuentra en la naturaleza en forma de gutapercha; es altamente cristalino y carece de elasticidad.

De los elastómeros sintéticos el más importante es el SBR un copolímero del butadieno (75%) y estireno (25%) que se produce por medio de radicales libres; compite con el caucho en el uso mayor de los elastómeros, o sea, la manufactura de neumáticos para automóviles. Puede obtenerse polibutadieno y poliisopreno totalmente cis por medio de la polimerización Ziegler-Natta.

Un elastómero completo o mayormente polidiénico es, por supuesto, altamente no saturado. Sin embargo, lo único que se exige de un elastómero es una insaturación suficiente para permitir la formación de enlaces cruzados: por ejemplo, en la manufactura del caucho butílico solo se copolimeriza un 5% de isopreno con isobutileno.

3.3 PROPIEDADES DEL CAUCHO

Las características del polímero crudo y las características vulcanizadas del poliisopreno sintético son similares a los valores obtenidos para el caucho natural. El caucho natural y el poliisopreno sintético ambos tienen una histéresis extensible y buenas características extensibles frente al calor. La naturaleza muy específica del poliisopreno sintético proporciona un número de factores que la distinguen del caucho natural. Hay una variación mínima en las características físicas. Las condiciones de la polimerización se controlan bien para asegurar que el polímero es altamente específico químicamente. Los no polímeros son menos en el sintético que en el caucho natural.

3.4 CLASIFICACIÓN

Existen dos tipos:

3.4.1 TERMOPLÁSTICOS

Son resinas con una estructura lineal a través de procedimientos como la polimerización o la policondensación en donde no sufren ninguna modificación química durante el moldeado, en donde el calentamiento repetitivo dará como resultado la degradación de la resina, por lo tanto el proceso de moldeado es reversible ante procesos de calor y presión cambian de forma.

En donde la mayor parte de los polímeros son de peso molecular alto, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de fuerzas débiles de Van der Waals, muchos de los termoplásticos conocidos pueden ser el resultado

de varios polímeros, como es el caso del vinilo, que es una mezcla de polietileno y polipropileno.

3.4.2 TERMOFIJOS

Son resinas que se obtienen por procesos como la polimerización o policondensación en donde solo se pueden fundir una sola vez, su estructura es molecular reticulada o entrelezada experimentando cambios irreversibles en su forma debido al calor, el procedimiento para obtenerlas es a través de máquinas de inyección automáticas o en prensas. Además estos materiales ya no pueden moldearse porque al aplicarles calor se destruyen, casi siempre se presentan en forma líquida.(13).

3.4.3 ELASTÓMEROS

Son componentes de largas cadenas que se encuentran unidas entre si por muy pocas uniones químicas , son llamados hules, estos se caracterizan por una elevada elongación que va desde el 200% al 1000%, esto les permite un gran movimiento intermolecular que se ve reflejado en su buena flexibilidad son materiales, tienen memoria recuperando su forma original cuando se retira el esfuerzo, alcanzan sus valores máximos después de un tratamiento de vulcanización o curado con azufre o con peróxidos (12).

3.5 VULCANIZACIÓN

Es la transformación de las moléculas de los elásticos después un proceso al ser sometidos al azufre o peróxidos promoviendo una resistencia mayor ante agente químicos externos. Las propiedades elásticas se conservan durante largos períodos por lo que, las condiciones de temperatura y ambientales se mantengan dentro de los límites adecuados para el material elástico.

4. TIPOS DE MATERIALES ELÁSTICOS

Dentro de los diferentes elementos que ayudan al movimientos dentario dentro de los elásticos tenemos los siguiente:

- Elastómeros
- Cadenas elastoméricas
- Elásticos intermaxilares
- Anillos separadores
- Hilos elásticos

4.1 ELASTOMEROS

Este tipo de material plástico muy utilizado en la ortodoncia, ayudan al mecanismo de activación del alambre contra el slot del bracket, sirven para ser liberadores de fuerza en el arco.(18,19)

Los elastómeros en estudio *in-vitro* analizan el deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas, Los elastómeros es un material que al aplicarle la fuerza muestra un gran aumento de longitud, en

ese tiempo hubo limitaciones por sus propiedades se perdían con facilidad por acción de la temperatura y absorción de la humedad.(14,15,16).

En la actualidad se prefieren los poliuretanos teniendo ventajas como:

- Bajo costo
- Mayor resistencia a la abrasión
- Mejor biocompatibilidad

Los elástomeros formados por rellenos plastificantes y aditivos que le proporcionan dureza, durabilidad, bioestabilidad y flexibilidad. Aunque estos presentan grandes deformaciones con pequeños esfuerzos.(8,16,24).

La fátiga se manifiesta por la reducción progresiva de sus propiedades físicas como resultado de la propagación de las fracturas durante la aplicación de fuerza continua, debiéndose a un proceso atómico y molecular.(20,22,23)

Un componente que puede afectarlo es el plastificante. Este es un diluyente de bajo peso molecular, incorporado para aumentar la flexibilidad, la desventaja es de carácter migratorio cuando está en medio acuoso aumentando la rigidez.

4.2. CADENAS ELASTOMÉRICAS

Una de las características de la cadenas es liberar fuerzas continuas extendidas en un período de tiempo. (17,21,22) encontraron que dentro de las 24 horas sufren una pérdida de fuerza del 74%, en otros estudios

determinan la pérdida de fuerza entre 50% al 70% quedando solo un remanente de fuerza del 30% al 42%. Todo esto dentro de un proceso de 4 semanas, también simulaban movimientos de 0,25mm a 0,5mm por semana y observaron que por semana decrece la fuerza entre un 25% al 33%. (5) Observo que la pérdida de fuerza comienza a partir de las 3 primeras horas.

Estas cadenas poseen diferente configuración como cadena cerrada, de corto filamento y largo filamento, existiendo factores como enzimas , ph, productos fluorados, fuerzas masticatorias que coadyuvan a la deformación.

Existen diferentes tipos de cadenas:

4.2.1 CADENA CERRADA

Recomendada para el cierre de espacios de los incisivos inferiores, en donde la distancia intereslabon es de 3mm , dando un promedio de fuerza más alto reteniendo un porcentaje superior de fuerza remanente que las cadenas largas.

4.2.2 CADENA LARGA

Se utiliza para el cierre de espacios de la arcada superior, distancia intereslabon de 4mm.

4.2.3 CADENA EXTRALARGA

Posee una distancia intereslabón de 4,5mm. (11)

Las cadenetas son colocadas a lo largo de una base rígida, en donde los eslabones o filamentos son utilizados para diferente finalidad.

También existen diferencias entre las curvas de carga y descarga, el grosor, entre filamento corto y largo siendo la corta la que pierde menos fuerza, existen elastómeros sintéticos que no recuperan su forma original, grado de tensión por estiramiento, cambio de temperatura disminuyendo entre 7 a 10 kg, almacenamiento en áreas de 20° en sobres oscuros y sellados.

4.3 ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Estos elementos utilizados desde 1890 por Calvin Case en la mecánica ortodóntica a menudo ayudan (3) analiza la corrección de las discrepancias verticales, sagitales e intercuspidadación, por lo general el período de utilización son de 3 semanas, algunos estudios muestran reducción de la fuerza durante las 3 a 4 horas iniciales durante el proceso de elongación, (16) (18) determinó que de una manera empírica se ha utilizado entendiéndolo 3 veces su tamaño normal, pero esto tiene tres errores:



FIG 1. ELASTICOS INTERMAXILARES 3/16 GAC DENSTPLY,
ORMCO SYBRON Y AMERICAN ORTHODONTICS

- Diámetro de la geometría del elásticos
- Cada elástico tiene diferente tramo de longitud
- La medida correcta para medir debe ser en Newton y no en oz o gr, debido a que los newton son medidas de fuerza y los gr medida de masa.

Se ha reportado una extensión de hasta un 300% de forma original, también se ha observado la pérdida de fuerza inicial es de 60 al 70%, por lo que el pre estiramiento del 30% disminuye la pérdida de fuerza del 4 al 6% y al estirar al 100% la fuerza es más constante (19, 20,21).

Existen diferentes diámetros de elásticos intermaxilares:

4.3.1 ELÁSTICOS AMERICAN ORTHODONTICS

Estos son fabricados de tubos de látex quirúrgicos de diversos tamaños en tajadas individuales, variando la fuerza de acuerdo al grosor y ancho del corte.

DIAMETRO

- 1/8 “ 3mm
- 3/16” 5MM
- 1/4” 6MM
- 5/16” 8MM
- 3/8” 9,5MM
- 1/2” 13 MM

- 5/8" 16MM
- 3/4" 19MM

Todos estos elásticos de látex

A nivel de fuerzas tenemos:

- Liviana 2½ oz 70gr
- Mediana 3½ o 4 ½ oz 125 gr
- Pesada 6 ½ oz 180 gr
- Super pesada 8 oz 225 gr
- Máximo fuerza 14 oz 400 gr

4.3.2 ELÁSTICOS GAC DENSTPLY

Son fabricados de látex médico quirúrgico, cada paquete son consistentes para dar las fuerzas correctas, cada empaque viene con su figura y la fuerza visible para cada paciente y profesional.

DIAMETRO

- 1/8" 3 mm
- 3/16" 4 mm
- ¼ " 6 mm
- 5/16" 8 mm
- 3/8" 10 mm
- 5/8" 16 mm

A nivel de fuerzas tenemos:

- Ligera 1.8 oz
- Mediana 2.7 oz
- Fuerte 4 oz

- Super fuerte 6 oz

4.3.3 ELÁSTICOS ORMCO SYBRON

Estos son fabricados en látex quirúrgico, presentan fuerzas consistentes, los rangos de estiramiento son de acuerdo a cada diámetro.

DIAMETRO

- 1/8" 3.18MM
- 3/16" 4.76MM
- 1/4" 6.35MM
- 5/16" 7.94MM
- 3/8" 9.35mm
- 1/2" 12.7mm
- 5/8" 15.9mm

A nivel de fuerzas tenemos

- Ligera 2 Oz/60gr
- Mediana 3.5oz/100gr
- Pesada 4.5oz/130gr
- Extrapesada 6 oz/170 gr

Dentro de las aplicaciones tenemos:

- Discrepancias en sentido anteroposterior
- Corregir discrepancias transversales
- Corregir discrepancias de líneas medias
- Etapas de finalización

- Corregir mordidas abiertas, extrusiones y mejorar la intercuspidadación
- Corregir maloclusiones de clase I, clase II y clase III

La degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares es en función al tiempo de estiramiento al que fueren sometidos. La elevación de la temperatura es un factor agravante en la pérdida de fuerza.

También se ha visto que en cirugías ortognaticas los elásticos ayudan a mantener una buena relación esquelética durante la fase de recuperación, sobre corregir las relaciones dentales, corregir desviaciones de la línea media y mejorar la relación canina.

Dentro de los efectos se ha observado que el poliuretano es más afectado en pH alcalino, las enzimas, hongos y bacterias afectan los poliuretano, exposición a la luz solar rompe los enlaces dobles insaturados en las moléculas reduciendo la flexibilidad y resistencia a la tracción, en donde los elásticos se pigmentan debido a los espacios vacíos de la matriz de la goma con detritus y proteínas que luego se calcifican repercutiendo en la pérdida de la fuerza.

Todo elástico debe de dar fuerzas óptimas promoviendo movimientos dentales, además de ser confortables, estéticos e higiénicos, fácil manipulación.

Es muy importante la manipulación de los mismos, los pacientes harán uso de acuerdo a instrumentos dados por las casas fabricantes y los ortodoncista utilizando pinzas como mosquito y Mathew.

4.4 EFECTOS DE LOS ELÁSTICOS CLASE II

Estos pueden provocar los siguiente (24)

1. En el maxilar
 - Movimiento hacia atrás del arco superior
 - Extrusión y movimiento hacia abajo del plano de oclusión
 - Retroinclinación de incisivos superiores
2. En el arco mandibular
 - Los dientes son llevados hacia adelante
 - Puede haber extrusión del molar inferior
 - Inclinación bucal de los incisivos inferiores
3. En el plano de oclusión
 - Corrección sagital de una relación intermaxilar clase II
 - Inclinación hacia abajo del plano de oclusión

4.5 EFECTOS DE LOS ELÁSTICOS EN CLASE III

1. En el maxilar
 - Movimiento mesial y extrusión del molar superior
 - Ligero avance maxilar
 - Inclinación bucal de los incisivos inferiores
2. En el arco mandibular

- Extrusión de incisivos inferiores con inclinación lingual
- Distalización del arco inferior

3. En el plano oclusal

- Corrección sagital de la relación
- Inclinación hacia arriba del plano oclusal

4.6 MECANICA DE LOS ELASTICOS INTERMAXILARES

Los elásticos producen fuerzas activas que mueven los dientes en donde F es la acción de un cuerpo sobre otro y es igual a la masa por la aceleración $F = M \times a$.

Es un vector que representa por una flecha que se caracteriza por tener una magnitud que se representa por el tamaño de la flecha que se caracteriza por tener una magnitud que se representa por el tamaño de la flecha, se mide en Newtons, teniendo una relación que es su línea de acción, un sentido que determina si la flecha va hacia arriba, abajo, a la izquierda o derecha, o si su punto de origen o punto de aplicación son los brackets adheridos a las superficies vestibulares de los dientes.

Cuando se aplican varias fuerzas de manera simultánea se producen vectores que se suman en forma individual para determinar las características de la fuerza principal o resultante, que no es el producto de una suma aritmética corriente sino que es suma de tipo vectorial, en donde todos los elementos se descomponen en forma tridimensional a lo largo de los ejes x , y , z .

Desde el punto de vista mecánico y clínico es importante determinar, con antelación, los efectos primarios y secundarios, ocasionados por el uso de los elásticos y los elastómeros en las tres direcciones del espacio, para refinar los movimientos en el área de acción y para controlar las reacciones que no se desean.

5.FORMAS DE UTILIZACION DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Existen diferentes Verticales anteriores:

- Corrección de líneas medias
- Caja lateral con vector clase II
- Caja lateral con vector clases III
- Caja lateral buco lingual
- Verticales anteriores en forma de trapecio
- Trapecio anterior con vector clase II
- Trapecio anterior con vector clase III
- Verticales laterales en forma de triangulo
- Verticales cruzados
- Verticales laterales en forma de M y W
- Elásticos ortopédicos extraorales

5.1. ELÁSTICOS PARA CORRECCIÓN DE LÍNEAS MEDIAS

Se utilizan en las etapas de finalización con alambres rectangulares , van desde el incisivo lateral superior hasta el lateral inferior del lado opuesto. Se pueden usar simultáneamente elásticos de clase II en un lado y de clase III en el otro. Las discrepancias no deben ser mayor de 2mm. Se pueden hacer desgastes interproximales para lograr la corrección.

5.2 ELÁSTICOS TIPO CAJA LATERAL VECTOR CLASE II

Se usan en etapas finales y con alambres rectangulares o redondos rígidos, ayudan a mejorar la intercuspidadación dental entre los arcos. Van desde el primer premolar y al canino superior con los premolares mandibulares.

5.3 ELÁSTICOS TIPO CAJA LATERAL CLASE III

El elástico va desde el canino y al premolar maxilar con el canino y primer premolar mandibular.

5.4 ELÁSTICO TIPO CAJA LATERAL BUCOLINGUAL

Se utilizan desde lingual de los premolares maxilares a vestibular de los premolares mandibulares. Sirven para descruzar mordidas de tipo dental.

5.5 ELÁSTICOS VERTICALES ANTERIOR EN FORMA DE TRAPEZIO

Son usados en etapas finales del tratamiento, con alambres rectangulares y alambres redondos rígidos. Tienen un propósito incrementar la sobremordida vertical. Producen extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares, que son sitios en donde se anclan.

5.6 ELÁSTICOS TIPO TRAPEZIO ANTERIOR PARA CLASE III

Va desde los incisivos laterales superiores y con los incisivos centrales inferiores, ayudan a incrementar la sobremordida vertical, producen extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares.

5.7 ELÁSTICOS VERTICALES LATERALES EN FORMA DE TRIANGULO

Se usan en etapas finales de tratamiento con alambres rectangulares o redondos rígidos, el vértice del triángulo produce una fuerza mayor en relación con la base, se usan para extruir un diente, van en caninos y premolares.

5.8 ELÁSTICOS VERTICALES CRUZADOS

Se usan en mordidas cruzadas de tipo dental que comprometen uno o más dientes, van desde vestibular y en lingual, tienen efectos secundarios verticales que deben ser controlados, para evitar contactos prematuros fuertes en oclusión.

5.9 ELÁSTICOS VERTICALES LATERALES EN FORMA DE M Y W

Se usan en etapas finales con alambres rectangulares o redondos rígidos, mejoran la relación intercuspidea en la región de los molares, premolares y caninos, van en forma de zigzag formando una M para vector clase III y una W en casos de clases II.

5.10 ELÁSTICOS ORTOPEDICOS EXTRAORALES

Se utilizan elásticos de media pulgada, conjuntamente con máscaras sean de Delaire y Petit.

6. COMPOSICION DEL PROTOTIPO MEDIDOR DE FUERZAS

Está compuesto sistema electrónico, sensores y actuador lineal, en donde la adquisición de datos se hará mediante comunicación USB con un ordenador.

El diseño mecánico está fabricado con estructura metálica inventado a través del Autodesk Inventor.

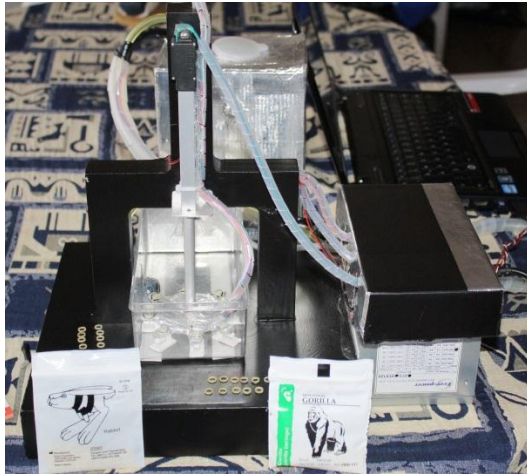


FIG 2. PROTOTIPO MEDIDOR DE FUERZAS

6.1 ESTRUCTURA MECANICA

Está hecha de aluminio fundido al igual que los engranes, disminuyendo su peso pero mejorando la estética.

Posee 2 engranes cada uno diámetro de 7 cm, cada uno con ocho salidas de un ancho de 1 cm que servirán para colocar los engranes.

Tienen una dimensión su base de 27 x 28 mm, una Y invertida de 27 mm de alto x 18 mm de ancho, posee un agujero central que permite el paso de los cables con los sensores de fuerza.

6.2 DISEÑO ELECTRONICO

Este posee un microcontrolador PIC 18F4550 de la marca Microchip, junto con un cristal de cuarzo de 8 MHz.

Sensores usados fueron 8, los A301 de la marca Flexiforce con un amplificador de instrumentación TL084.



FIG 3. SENSORES ELECTRONICOS CADA UNA CON SU RESPECTIVO ELASTICO INTERMAXILAR

Actuador lineal usado es el L12 marca Firgelli, el mismo que es controlado por el chip L293D.

Comunicación USB se realiza mediante un conector de la tarjeta electrónica hacia el PC, con una fuente de poder de $12\text{ v} \pm 5\text{v}$, por lo que los datos obtenidos en el PC aparecen en una ventana que muestra el tiempo, muestra obtenidas y la fuerza de acuerdo a lo programado para el análisis de los elásticos por cada marca.

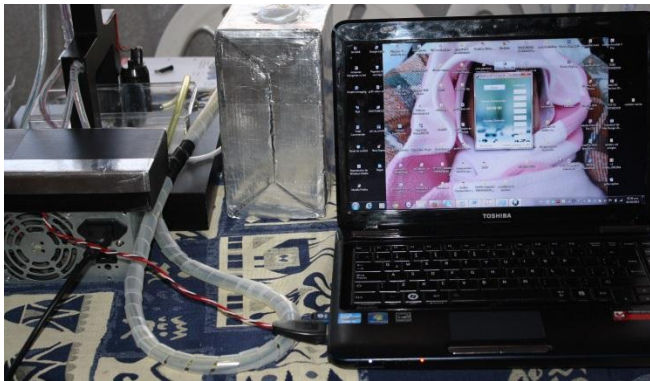


FIG 4. PROTOTIPO CON CONEXCION USB AL ORDENADOR.

También posee dos bombas en donde el control de bombas se realiza desde los puertos PIC18F4550 usando para esto transistores de potencia TIP41C.

7. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el grado de deformación de los elásticos intermaxilares 3/16 fuerza mediana *in vitro* en relación con la marca y el intervalo de medición.

7.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Determinar la pérdida del potencial de los elásticos intermaxilares luego de cada intervalo de medición.
- Determinar la marca del elástico con menor pérdida del potencial después de cada intervalo de medición.
- Determinar la marca del elástico con mayor pérdida del potencial después de cada intervalo de medición.

8. METODOLOGÍA

8.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un diseño experimental que compara, en tres grupos iguales, el grado de deformación de los elásticos intermaxilares.

8.2. UNIDAD DE OBSERVACIÓN

Las tres marcas de elásticos intermaxilares incluidos o no en las medidas de comparación.

8.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Cada uno de los ocho elásticos intermaxilares incluidos en las mediciones del grado de deformación.

8.4. SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra fue seleccionado con el número necesario de unidades de análisis que permita establecer diferencias significativas. Bajo la consideración de que 30 es la cantidad mínima para análisis de curva normal (corrección de t de Student) se incluyeron 8 ligas extraídas aleatoriamente de cada paquete que hicieron un total de 24 ligas a las que se realizó 5 mediciones a cada una que dio un total de 120 mediciones, es decir 40 mediciones para cada marca de liga, para la obtención de la muestra se utilizó el software EPIDAT VERSION 4.0 en español para Windows.

Cada paquete viene 100 unidades el resultado fue:

- GAC DENSTPLY: 10,28,35,36,54,68,69,80
- ORMCO SYBRON: 7,8,16,28,48,69,94,99
- AMERICAN ORTHODONTICS: 1, 15, 35, 37, 44, 50, 64,95

Según la literatura revisada las investigaciones para comparar el comportamiento del potencial elástico de las ligas intermaxilares se han realizado con grupos que oscilan entre 8 y 12 unidades por liga analizada (Estudio in vitro de la degradación de fuerza de los elásticos).

8.5. RELACIÓN EMPÍRICA DE VARIABLES

- **Variables Independientes:** marca de elásticos intermaxilares e intervalos de tracción.
- **Variable dependiente:** pérdida de potencial elástico.

8.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Todos los elásticos incluidos en el análisis procederían de la casa elaboradora en paquete cerrado.

8.7. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Paquetes con indicios de apertura previa.

8.8. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS

- El estudio se realizó en una máquina prototipo, fabricada por el investigador, medidor de fuerzas, que consta de sistema de bombas, sistema electrónico, sensores y actuador lineal con un circuito electrónico que controla el actuador lineal.
- Se obtuvo la información mediante sensores de fuerza que transmiten los datos a través de un puerto USB hacia un ordenador que mediante un software especializado procesa la información analógica (de la fuerza aplicada), digitaliza los datos y los devuelve mediante un sistema tabular.
- Participaron dos operadores. El *primero* para sacar los elásticos de manera aleatoria y el *segundo* para colocarlos y observar los datos devueltos por el

ordenador y correspondientes a cada uno de los elásticos de los grupos analizados.

- Intervinieron tres marcas de elásticos a) GAC DENSTPLY™, b) ORMCO SYBRON™ y c) AMERICAN ORTHODONTICS™ todos de 3/16" fuerza mediana. Se seleccionaron aleatoriamente mediante un software estadístico de computadora EPILAT.
- Los 8 elásticos de cada paquete fueron colocados a través de la pinza Mathew en la máquina en una distancia de 19 mm. Para esto utilizamos la media de distancia entre 14 mm y 23 mm considerados normales a nivel intermaxilar.
- Las mediciones se cumplieron en un período de 24 horas y en 5 intervalos denominados:
 - *Medición inicial (0 horas)*. La primera medición, inmediata a la colocación de los elásticos en la máquina.
 - *Medición a las 6 horas*. Segunda medición.
 - *Medición a las 12 horas*. Tercera medición.
 - *Medición a las 18 horas*. Cuarta medición.
 - *Medición a las 24 horas*. Quinta medición.

8.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Una vez obtenidos los datos del sistema electrónico se ingresó en una matriz de datos de un interfaz de computadora el SPSS versión 15.0 en español para Windows™ y se analizó mediante estadística inferencial.
- Se realizó una comparación de la pérdida del potencial elástico entre los tres marcas de ligas y entre las cinco mediciones para estimar las diferencias.

- Se utilizó análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la comparación de promedios y STUDENT NEWMAN KEULS.
- Finalmente se calculó el porcentaje de pérdida del potencial elástico de cada una de las marcas y entre cada una de las mediciones.

Los datos se presentan en número de casos (n) y sus porcentajes (%) para las variables discretas y en promedio \pm desviación estándar ($X \pm DE$) para las variables continuas. Se consideraron significativas las diferencias con un valor de $P < 0,05$.

9. RESULTADOS

9.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se realizaron 120 mediciones con las 3 ligas en intervalos de 0h, 6h, 12h, 18h y 24 h para completar el análisis entre las marcas. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 1

Comparación de los promedios de deformación (tensión medida en gramos) de tres ligas en 5 mediciones en función del tiempo, a intervalos iguales.

| MARCAS | Med. basal | 6 horas | 12 horas | 18 horas | 24 horas | Valor P |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| LIGA 1 GAC | 173,4 \pm 51,3 | 209,1 \pm 31,4 | 209,5 \pm 31,0 | 209,2 \pm 31,1 | 210,1 \pm 31,2 | 0,197 |
| LIGA 2 ORMCO | 207,7 \pm 29,4 | 207,2 \pm 29,5 | 207,6 \pm 29,5 | 208,6 \pm 29,9 | 208,5 \pm 30,1 | 1,000 |
| LIGA 3 AMERICAN | 207,8 \pm 29,8 | 209,6 \pm 30,6 | 210,4 \pm 30,5 | 209,1 \pm 30,1 | 208,7 \pm 30,4 | 1,000 |

No hubo diferencias significativas, ni intragrupos ni intergrupos, entre los promedios de deformación en las cinco mediciones a intervalos de 6 horas.

Tabla 2

Comparación de los porcentajes de deformación (tensión medida en gramos) de tres ligas en 5 mediciones en función del tiempo, a intervalos iguales.

| MARCAS | Med. Basal % | 6 horas % | 12 horas % | 18 horas % | 24 horas % | Valor P |
|----------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|---------|
| LIGA 1 GAC | 24,61 | 9,09 | 8,91 | 9,04 | 8,65 | 0,992 |
| LIGA 2 ORMCO | 9,7 | 9,91 | 9,74 | 9,74 | 9,30 | 0,993 |
| LIGA 3AMERICAN | 9,65 | 8,87 | 8,52 | 9,09 | 9,26 | 0,988 |

La deformación de los tres elásticos incluidos en el estudio, medida en porcentajes, tuvo variaciones que fluctuaron entre 8,65% y 24,61%. Las diferencias no fueron significativas.

Tabla 3

ANOVA de las variaciones intragrupo e intergrupo de las tres marcas de elásticos intermaxilares 3,16” fuerza mediana, en 5 mediciones a intervalos de 6 horas.

| | X ± DE | mínimo | Máximo | IC 95% (min – máx) | |
|------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------------------|--------|
| LIGA 1 GAC | | | | | |
| Medición inicial | 173,47 ± 51,31 | 67,30 | 223,32 | 130,57 | 216,38 |
| 6 horas | 209,16 ± 31,46 | 158,06 | 237,59 | 182,86 | 235,47 |
| 12 horas | 209,55 ± 31,06 | 158,06 | 235,55 | 183,58 | 235,52 |
| 18 horas | 209,29 ± 31,10 | 158,06 | 235,55 | 183,29 | 235,30 |
| 24 horas | 210,18 ± 31,22 | 158,06 | 237,59 | 184,08 | 236,29 |
| LIGA 2 ORMCO | | | | | |
| Medición inicial | 207,76 ± 29,43 | 157,04 | 233,52 | 183,16 | 232,37 |
| 6 horas | 207,25 ± 29,52 | 158,06 | 233,52 | 182,57 | 231,93 |
| 12 horas | 207,63 ± 29,55 | 157,04 | 233,52 | 182,92 | 232,35 |
| 18 horas | 208,65 ± 29,92 | 158,06 | 233,52 | 183,63 | 233,68 |
| 24 horas | 208,53 ± 30,01 | 158,06 | 233,52 | 183,44 | 233,62 |
| LIGA 3 AMERICAN | | | | | |
| Medición inicial | 207,89 ± 29,83 | 158,06 | 232,50 | 182,95 | 232,83 |
| 6 horas | 209,67 ± 30,66 | 158,06 | 235,55 | 184,04 | 235,31 |
| 12 horas | 210,44 ± 30,58 | 158,06 | 235,55 | 184,87 | 236,01 |
| 18 horas | 209,16 ± 30,12 | 158,06 | 235,55 | 183,98 | 234,35 |
| 24 horas | 208,78 ± 30,41 | 158,06 | 235,55 | 183,36 | 234,21 |

Tabla 4

Resumen del promedio de deformaciones de tres marcas de elásticos intermaxilares medidas en 24 horas.

| | X ± DE | mínimo | máximo | IC 95% (inf – sup) | | Valor P |
|--------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------------------|--------|----------------|
| Liga 1 GAC Variación en 24 h | 202,33 ± 37,22 | 67,30 | 237,59 | 190,43 | 214,24 | 0,197 |
| Liga 2 ORMCO Variación en 24 h | 207,97 ± 28,13 | 157,04 | 233,52 | 198,97 | 216,96 | 1,000 |
| Liga 3 AMERICAN Variación en 24 h | 209,19 ± 28,74 | 158,06 | 235,55 | 200,00 | 218,38 | 1,000 |

En las 24 horas después de cinco mediciones de los tres marcas de ligas el promedio de deformación no tuvo diferencias significativas.

Tabla 5

Análisis complementario de Student-Newman-Keuls.

| | MEDICIÓN BASAL | 6 HORAS | 12 HORAS | 18 HORAS | 24 HORAS |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| LIGA1 GAC | 173,4792 | 173,4792 | 207,6397 | 208,6594 | 208,5320 |
| LIGA ORMCO ² | 207,7672 | 207,7672 | 209,5517 | 209,1693 | 208,7869 |
| LIGA AMERICAN ³ | 207,8946 | 207,8946 | 210,4439 | 209,2968 | 210,1890 |
| Valor P | 0,194 | 0,194 | 0,981 | 0,999 | 0,994 |

Este análisis complementario reafirma lo que muestran las tablas 1 y 2.

10. DISCUSIÓN

Los elásticos ortodónticos son importantes fuentes de transmisión de fuerza hacia los dientes, por lo que los materiales utilizados tienden a disminuir su fuerza desde el momento inicial después de la activación.(1)

Las fuerzas siempre van a ir de acuerdo al periodo de tiempo utilizado por el especialista, sin embargo es necesario saber escoger el material elástico de acuerdo a la dureza, durabilidad, biocompatibilidad, bioestabilidad y flexibilidad, recordado que los elásticos al ser polímeros siempre van a sufrir fatiga y van a tener una resistencia limitada, por lo que se produce la reducción de sus propiedades físicas.(7,10)

Existen factores como la saliva y el ph en donde hay criterios un poco divididos siendo no tan indispensables para producir cambios en el elástico.(5,6,13)

Son materiales que no siempre van a liberar fuerzas constantes, los elásticos por lo general se utilizan de manera intermaxilar, siendo necesario evaluar la degradación de la fuerza en un tiempo y distancia determinada. Cabe señalar que los elásticos nunca van a estar en estado estático sino dinámico pudiendo influenciar funciones como comer, hablar, bostezar, afectar al elástico. (10)

En el presente trabajo los elásticos fueron escogidos de una manera aleatoria dentro de las tres marcas, GAC DENSTPLY, ORMCO SYBRON Y AMERICAN ORTHODONTICS, tomando como referencia el estudio(25) donde se analiza la distancia y el tipo de fuerza que debe mantener, los elásticos 3/16 pueden ser utilizados desde una distancia de 14mm a 23 mm, se decidió hacer el estudio tomando una media de las dos distancias dando la media de 19mm,

sometidos a un estiramiento cada media hora durante 24 horas recolectando 48 muestras.

Los elásticos al ser analizados en este estudio se comprobó que no existe significancia estadística demostrado en las tablas 1 y 2, siendo un promedio de fuerza de 202,33 gr \pm 37,22 para la GAC DENSTPLY, 207,97 gr \pm 28,13 ORMCO SYBRON y 209,19 gr \pm 28,74 para AMERICAN ORTHODONTICS.

El porcentaje de fuerza no es significativo debido a que va de 8,65% y 24,61%, por lo que se puede utilizar cualquiera de las tres marcas, además las fuerzas siempre deben de ser entre 172 gr a 230 gr en este tipo de elástico.

La opción válida al comprobar que son factibles mejorara el procedimiento clínico a realizarse en cada fase del tratamiento.

11. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las tres marcas GAC DENSTPLY, ORMCO SYBRON y AMERICAN ORTHODONTICS.

Los promedios de fuerzas que tienen cada marca son acordes para la .mecánica ortodóntica en cada fase.

Las tres marcas son opciones válidas, a través de este mecanismo electrónico representa un medio auxiliar importante para la calibración de fuerza al visualizar y analizar claramente el momento inicial y final del uso de los elásticos intermaxilares.

El profesional es la única persona que determinara en que momento y bajo que circunstancia utilizar un elástico, respetando los tejidos adyacentes y al mismo diente, conociendo que el exceso de fuerza puede repercutir gravemente en la mecánica ortodóntica.

La deformación de los elásticos intermaxilares es mínima, por lo que la carga va a ser óptima utilizando estas tres marcas.

12. RECOMENDACIONES

El profesional está en el deber de saber las fuerzas, diámetros de los elásticos intermaxilares, por lo que el uso de un dinamómetro o calibrador de fuerzas es la única forma de conocer si se está aplicando correctamente este medio auxiliar, además no hay la suficiente evidencia científica que analice todas las marcas que existen en nuestro medio. Es obligación de las casas comerciales proporcionar toda la información para conocer las ventajas de cada material.

13.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KERSEY M, GLOVER K, HEO G, RABOUD D, MAJOR P, , A Comparison of Dynamic and Static Testing of Latex and Nonlatex Orthodontic Elastics, Angle Orthod 2003;73:181–186.
2. BEATTIE S, MONAGHAN P, An In Vitro Study Simulating Effects of Daily Diet and Patient Elastic Band Change Compliance on Orthodontic Latex Elastics, Angle Orthod 2004;74:234–239.
3. GIOKA C, ZINELIS S, ELIADES T, ELIADES G, Orthodontic Latex Elastics, A Force Relaxation Study, Angle Orthod 2006;76:475–479.
4. SAUGETA P, STEWART K, KATONAC T, The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics, Angle Orthod. 2011;81:1070–1074.
5. WANG T, ZHOUB G, TANC X, DONGD Y, Evaluation of Force Degradation Characteristics of Orthodontic Latex Elastics in Vitro and In Vivo, Angle rthodontist, Vol 77, No 4, 2007
6. LACERDA DOS SANTOS R, MELO PITHON M, VILLELA ROMANOS M, The influence of pH levels on mechanical and biological properties of nonlatex and latex elastics, Angle Orthodontist, 2000.
7. FERNANDES D, FERNANDES G, ARTESE F, ELIAS C, MENDES A, Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics, Angle Orthod.2011;81:812–819.
8. MELO PITHON M, FRÓES SOUZA R, ANDRADE DE FREITAS L, ALVES DE SOUZA R, Mechanical properties intermaxillary latex and latex-free elastics, Journal of the World Federation of Orthodontists, 2013.

9. MELO PITHON M, ANDRADE SANTANA D, HENRIQUE SOUSAB K, ANDRADE OLIVEIRA FARIAS I, Does chlorhexidine in different formulations interfere with the force of orthodontic elastics?, *Angle Orthod*, 2000.
10. MORIS A, SATO K, FRANCISCO DE LUCCA FACHOLLI A, EUCLIDES NASCIMENTO J, RICARDO LOUREIRO SATO F, Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas, *Dental Press Ortodon Ortop Facial* **95** Maringá, v. 14, n. 2, p. 95-108, mar./abr. 2009.
11. RODRIGUEZ E, 1001 tips de ortodoncia, Editorial Amolca, 2007.
12. BELICZKY Y, FAJEN J, *Industria del caucho*, cap 80, pags, 80.01-80.20
13. CORNISH ALVAREZ MARIA LAURA, *El ABC de los plásticos*, Universidad Iberoamericana, 1997, pag 23, 24.
14. THEODORE Eliades, *Orthodontic materials research and applications: Part 2. Current status and projected future developments in materials and Biocompatibility*, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics February 2007*.
15. TALOUMIS J, TERRENCE M. SMITH, STEVEN O. HONDRUM, *ligatures*, (Am J LEWIS LORTON, *Force decay and deformation of Orthodontic elastomeric* *Orthod Dentofac Orthop* 1997;111:1-11 .
16. SÁNCHEZ HERRERA MA, KATAGIRI KATAGIRI M, ÁLVAREZ GAYOSO C, Estudio *in-vitro* del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas

elastoméricas, Revista Odontológica Mexicana, Vol. 10, Núm. 2 Junio 2006
pp 79-82.

17. DAVID L. BATY, DAVID J. B AND JOSEPH A. VON FRAUNHOFER,
*KAN., FT. CAMPBELL AND LOTDSVILLE, KY., Synthetic elastomeric
chains: A literature review, 1994*
18. ILONA POLUR, SHELDON PECK, Orthodontic elastics: Is some tightening
needed?, Angle Orthodontist, Vol 80, No 5, 2010.
19. JOHN P. KLUMP, MANVILLE G. DUNCANSON, JR., B RAM S. NANDA, C
AND G. FRANS CURRIER, Elastic energy/stiffness ratios for selected
orthodontic wires, AM J ORTHOD DENTOFAC ORTHOP 1994;106:588-96
20. LARRY J. OESTERLE, JUSTIN M. OWENS, SHELDON M. NEWMAN,
WILLIAM CRAIG SHELLHART, Perceived vs measured forces of interarch
elastics, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:298-306.
21. RUSSELL K, A. D. MILNE, BENG, R. A. KHANNA, BENG, MAN AND J. M.
LEE, In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex
orthodontic elastics, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;120:36-44.
22. ANDREASEN G, BISHARA S, Comparison of alastik chains with elastics
involved with intra- arch molar to molar forces, Angle othod, 1970.
23. BISHARA S, ANDREASEN G, A comparison of time related forces between
plastic alastiks and latex elastics, Angle orthod, 1970.
24. FERAT R, RUIZ H, Elásticos intermaxilares, Revista oral, vol 11, 2002.

25. PUENTES MP, PARDO M. Rincón de la biomecánica: Selección de elásticos de ortodoncia. Revista Punto de Contacto. SCO vol. XV – N°. 13. Noviembre de 2008.

ANEXOS

Selección aleatoria de elásticos de los tres paquetes mediante
Software Epidat vers 4.0 en español para Windows™

ANEXO1

Paquete 1

GAC DENSTPLY

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 |
| 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | | | | |

ANEXO 2

Paquete 2

ORMCO SYBRON

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 |
| 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | | | | |

ANEXO 3

PAQUETE 3

AMERICAN ORTHODONTICS

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 |
| 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | | | | |

ANEXO 4

DATOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE ANALIZADOR DE LIGAS 24H CON REGISTRO DE CADA MARCA .

GAC DENSTPLY

| TIEMPO | LIGA 1 | LIGA 2 | LIGA 3 | LIGA 4 | LIGA 5 | LIGA 6 | LIGA 7 | LIGA 8 |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 130.523675 | 67.3012701 | 188.647499 | 205.982675 | 223.317851 | 211.081256 | 176.410905 | 184.568635 |
| 30 | 237.593878 | 160.095445 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 188.647499 |
| 60 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 179.470053 | 186.608067 |
| 90 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 179.470053 | 184.568635 |
| 120 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 177.430621 | 184.568635 |
| 150 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 232.495297 | 230.455864 | 208.022107 | 170.292608 | 174.371472 |
| 180 | 237.593878 | 160.095445 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 184.568635 |
| 210 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 177.430621 | 184.568635 |
| 240 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 179.470053 | 184.568635 |
| 270 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 184.568635 |
| 300 | 235.554445 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 179.470053 | 182.529202 |
| 330 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 177.430621 | 184.568635 |
| 360 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 184.568635 |
| 390 | 188.647499 | 99.9321889 | 184.568635 | 181.509486 | 177.430621 | 150.918 | 107.070202 | 114.208216 |
| 420 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 184.568635 |
| 450 | 237.593878 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 480 | 235.554445 | 160.095445 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 510 | 186.608067 | 98.9124727 | 182.529202 | 179.470053 | 176.410905 | 149.898283 | 107.070202 | 114.208216 |
| 540 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 232.495297 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 570 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 176.410905 | 181.509486 |
| 600 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 184.568635 |
| 630 | 235.554445 | 157.036297 | 237.593878 | 232.495297 | 233.515013 | 213.120689 | 177.430621 | 184.568635 |

| | | | | | | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 660 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 690 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 720 | 233.515013 | 157.036297 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 216.179837 | 176.410905 | 186.608067 |
| 750 | 233.515013 | 157.036297 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 215.160121 | 176.410905 | 184.568635 |
| 780 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 179.470053 | 186.608067 |
| 810 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 840 | 135.622256 | 72.3998511 | 189.667216 | 208.022107 | 225.357283 | 209.041824 | 174.371472 | 182.529202 |
| 870 | 170.292608 | 77.4984322 | 165.194027 | 162.134878 | 160.095445 | 135.622256 | 86.6758781 | 94.8336078 |
| 900 | 232.495297 | 152.957432 | 228.416432 | 227.396715 | 225.357283 | 205.982675 | 163.154594 | 167.233459 |
| 930 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 960 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 235.554445 | 232.495297 | 215.160121 | 176.410905 | 186.608067 |
| 990 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1020 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1050 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 232.495297 | 216.179837 | 176.410905 | 186.608067 |
| 1080 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1110 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1140 | 235.554445 | 160.095445 | 233.515013 | 235.554445 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1170 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 235.554445 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 188.647499 |
| 1200 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 215.160121 | 179.470053 | 184.568635 |
| 1230 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1260 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 179.470053 | 186.608067 |
| 1290 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1320 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 186.608067 |
| 1350 | 177.430621 | 86.6758781 | 172.33204 | 169.272891 | 167.233459 | 138.681405 | 94.8336078 | 104.011054 |
| 1380 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 216.179837 | 179.470053 | 186.608067 |
| 1410 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 235.554445 | 215.160121 | 179.470053 | 186.608067 |
| 1440 | 237.593878 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 216.179837 | 177.430621 | 184.568635 |

ANEXO 5

ORMCO SYBRON

| TIEMPO | LIGA 1 | LIGA 2 | LIGA 3 | LIGA 4 | LIGA 5 | LIGA 6 | LIGA 7 | LIGA 8 |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 230.455864 | 157.036297 | 230.455864 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 182.529202 | 184.568635 |
| 30 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 60 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 182.529202 |
| 90 | 230.455864 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 120 | 179.470053 | 92.7941754 | 174.371472 | 176.410905 | 172.33204 | 140.720837 | 106.050486 | 106.050486 |
| 150 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 180 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 210 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 240 | 230.455864 | 157.036297 | 230.455864 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 270 | 230.455864 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 182.529202 |
| 300 | 228.416432 | 157.036297 | 230.455864 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 330 | 230.455864 | 158.056013 | 230.455864 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 181.509486 |
| 360 | 230.455864 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 209.041824 | 181.509486 | 182.529202 |
| 390 | 228.416432 | 157.036297 | 230.455864 | 230.455864 | 233.515013 | 209.041824 | 181.509486 | 182.529202 |
| 420 | 228.416432 | 157.036297 | 230.455864 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 450 | 227.396715 | 152.957432 | 227.396715 | 230.455864 | 230.455864 | 209.041824 | 181.509486 | 182.529202 |
| 480 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 181.509486 | 182.529202 |
| 510 | 230.455864 | 158.056013 | 230.455864 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 540 | 230.455864 | 157.036297 | 230.455864 | 232.495297 | 232.495297 | 208.022107 | 176.410905 | 176.410905 |
| 570 | 230.455864 | 158.056013 | 232.495297 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 600 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 232.495297 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 181.509486 |
| 630 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 660 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 690 | 230.455864 | 157.036297 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |

| | | | | | | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 720 | 230.455864 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 182.529202 | 182.529202 |
| 750 | 232.495297 | 160.095445 | 230.455864 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 780 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 235.554445 | 233.515013 | 213.120689 | 182.529202 | 184.568635 |
| 810 | 230.455864 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 235.554445 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 840 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 870 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 900 | 230.455864 | 157.036297 | 232.495297 | 233.515013 | 235.554445 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 930 | 232.495297 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 182.529202 |
| 960 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 990 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 182.529202 | 182.529202 |
| 1020 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 235.554445 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 1050 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1080 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1110 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 182.529202 | 182.529202 |
| 1140 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1170 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 235.554445 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 182.529202 |
| 1200 | 230.455864 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1230 | 137.661689 | 41.8083647 | 131.543391 | 130.523675 | 126.44481 | 92.7941754 | 53.0252431 | 61.1829728 |
| 1260 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 233.515013 | 209.041824 | 182.529202 | 182.529202 |
| 1290 | 143.779986 | 53.0252431 | 138.681405 | 140.720837 | 135.622256 | 104.011054 | 61.1829728 | 63.2224052 |
| 1320 | 230.455864 | 157.036297 | 230.455864 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1350 | 135.622256 | 40.7886485 | 130.523675 | 131.543391 | 125.425094 | 89.7350267 | 50.9858106 | 68.3209863 |
| 1380 | 232.495297 | 158.056013 | 230.455864 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1410 | 232.495297 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |
| 1440 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 181.509486 | 184.568635 |

ANEXO 6

AMERICAN ORTHODONTICS

| TIEMPO | LIGA 1 | LIGA 2 | LIGA 3 | LIGA 4 | LIGA 5 | LIGA 6 | LIGA 7 | LIGA 8 |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 232.495297 | 158.056013 | 232.495297 | 232.495297 | 232.495297 | 209.041824 | 176.410905 | 189.667216 |
| 30 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 60 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 235.554445 | 232.495297 | 213.120689 | 176.410905 | 191.706648 |
| 90 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 176.410905 | 191.706648 |
| 120 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 150 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 232.495297 | 230.455864 | 208.022107 | 170.292608 | 182.529202 |
| 180 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 189.667216 |
| 210 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 235.554445 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 240 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 179.470053 | 191.706648 |
| 270 | 225.357283 | 142.76027 | 221.278418 | 220.258702 | 218.21927 | 189.667216 | 152.957432 | 167.233459 |
| 300 | 186.608067 | 99.9321889 | 184.568635 | 179.470053 | 177.430621 | 149.898283 | 107.070202 | 123.385662 |
| 330 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 176.410905 | 191.706648 |
| 360 | 220.258702 | 138.681405 | 220.258702 | 213.120689 | 211.081256 | 188.647499 | 145.819418 | 160.095445 |
| 390 | 237.593878 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 215.160121 | 177.430621 | 193.74608 |
| 420 | 237.593878 | 160.095445 | 237.593878 | 237.593878 | 235.554445 | 215.160121 | 177.430621 | 193.74608 |
| 450 | 237.593878 | 158.056013 | 237.593878 | 235.554445 | 235.554445 | 213.120689 | 179.470053 | 191.706648 |
| 480 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 235.554445 | 213.120689 | 179.470053 | 191.706648 |
| 510 | 233.515013 | 157.036297 | 237.593878 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 540 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 570 | 235.554445 | 160.095445 | 233.515013 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 600 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 630 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 213.120689 | 177.430621 | 191.706648 |
| 660 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 690 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 213.120689 | 176.410905 | 195.785513 |

| | | | | | | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 720 | 235.554445 | 158.056013 | 235.554445 | 235.554445 | 233.515013 | 213.120689 | 176.410905 | 193.74608 |
| 750 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 780 | 165.194027 | 72.3998511 | 160.095445 | 157.036297 | 154.996864 | 121.346229 | 79.5378646 | 96.8730402 |
| 810 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 840 | 235.554445 | 160.095445 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 209.041824 | 177.430621 | 191.706648 |
| 870 | 235.554445 | 158.056013 | 237.593878 | 233.515013 | 235.554445 | 211.081256 | 177.430621 | 193.74608 |
| 900 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 930 | 235.554445 | 160.095445 | 233.515013 | 235.554445 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 960 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 990 | 235.554445 | 160.095445 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 176.410905 | 191.706648 |
| 1020 | 186.608067 | 101.971621 | 182.529202 | 179.470053 | 177.430621 | 147.858851 | 107.070202 | 123.385662 |
| 1050 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 1080 | 131.543391 | 70.3604187 | 186.608067 | 208.022107 | 225.357283 | 205.982675 | 172.33204 | 188.647499 |
| 1110 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 1140 | 233.515013 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 176.410905 | 193.74608 |
| 1170 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 176.410905 | 193.74608 |
| 1200 | 233.515013 | 157.036297 | 235.554445 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 189.667216 |
| 1230 | 233.515013 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 232.495297 | 211.081256 | 176.410905 | 191.706648 |
| 1260 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 1290 | 235.554445 | 158.056013 | 233.515013 | 233.515013 | 233.515013 | 211.081256 | 177.430621 | 191.706648 |
| 1320 | 196.805229 | 111.149067 | 191.706648 | 188.647499 | 184.568635 | 157.036297 | 116.247648 | 131.543391 |
| 1350 | 209.041824 | 126.44481 | 208.022107 | 201.90381 | 200.884094 | 176.410905 | 135.622256 | 149.898283 |
| 1380 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 232.495297 | 233.515013 | 211.081256 | 176.410905 | 191.706648 |
| 1410 | 233.515013 | 158.056013 | 235.554445 | 233.515013 | 233.515013 | 209.041824 | 177.430621 | 189.667216 |
| 1440 | 211.081256 | 128.484243 | 209.041824 | 205.982675 | 200.884094 | 177.430621 | 137.661689 | 150.918 |