



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEGRADACIÓN DE FUERZAS EN ELÁSTICOS ORTODÓNTICOS INTERMAXILARES EXPUESTOS A CARGAS CÍCLICAS

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para obtener el título profesional de Cirujano Dentista

Autora:

Tenorio Nuñez, Erika Sandra

Asesor:

Guardia Huamani, Seber Augusto
(ORCID: 0000-0001-9336-6578)

Jurado:

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Mendoza Murillo, Paul Orestes

Arroyo Roncal, Luis Gerardo

Lima - Perú

2021



Referencia:

Tenorio, E. (2021). *Degradación de fuerzas en elásticos ortodónticos intermaxilares expuestos a cargas cíclicas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5468>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEGRADACIÓN DE FUERZAS EN ELÁSTICOS ORTODÓNTICOS
INTERMAXILARES EXPUESTOS A CARGAS CÍCLICAS

Línea de Investigación:
Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Tenorio Nuñez, Erika Sandra

Asesor

Guardia Huamani, Seber Augusto
ORCID: 0000-0001-9336-6578

Jurado

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto
Mendoza Murillo, Paul Orestes
Arroyo Roncal, Luis Gerardo

Lima – Perú

2021

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi familia quien son mi apoyo y motivación durante el desarrollo de este proyecto.

Así como también a todos los profesores y amigos que fueron parte importante de mi formación como profesional y ser humano.

Dedicatorio

Dedico este trabajos a mis padres, Luque Antonio Tenorio Calderón, Lilia Oliva Nuñez Zamora por haber sido mi soporte, por su comprensión y confianza todos estos años, infinitas gracias, prometo seguir dándoles alegrías, gracias papá, gracias mamá.

Gracias Yuly por tus consejos y tu cariño, muchas gracias a todas mis amistades que me acompañaron en esta hermosa carrera.

Un agradecimiento especial a Brian, que ha sido un pilar importante para sacar este proyecto adelante, por el apoyo de todas las formas posible.

Índice

Resumen

Abstract

I.	Introducción.....	1
	1.1 Descripción y formulación del problema	2
	1.2 Antecedentes.....	3
	1.3 Objetivos.....	9
	- Objetivo general.	9
	-Objetivo específico.	9
	1.4 Justificación	9
	1.5 Hipótesis.....	10
II.	Marco teórico.....	11
	2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	11
III.	Método	22
	3.1 Tipo de investigación.....	22
	3.2 Ámbito temporal y espacial	22
	3.3 Variables.....	22
	3.4 Población y muestra.....	23
	3.6 Instrumentos.....	24
	3.7 Procedimientos.	24
	3.7 Consideraciones éticas.....	26
	3.8 Análisis de datos.....	26

IV. Resultados.....	27
V. Discusión de resultados	34
VI. Conclusiones	37
VII. Recomendaciones.....	38
VIII. Referencias.....	39
IX. Anexos	44

Resumen

Objetivo: Determinar la degradación de fuerzas en elásticos ortodónticos expuestos a cargas cíclicas. Metodología: se utilizaron elásticos de tres casas comerciales (ormco, denstplay, orthodontics) dividiéndose en tres grupos, sumergiéndose en saliva artificial (pH 7,0 y T 37°C). los elásticos se colocaron en una máquina para ligas dentales (modelo S -250 -12) automática, en donde se estiraban 19.05 mm (simulando la posición de reposo de la mandíbula), cada un minuto se extendieron a 24.7 mm (simulando movimientos mandibulares) y después de 1 segundo volvieron a 19.05 mm y así consecutivamente por 24 horas. Resultados : los elásticos denstplay presentaron mayor promedio al inicio (0 horas) y final (24 horas) en relación a los otros grupos de estudio (106.8 y 94.6 respectivamente). Tuvieron mayor degradación de fuerzas los elásticos orthodontics desde 0 horas (71.04) a 24 horas (54.34). Y, las que menos se degradaron fueron los elásticos ormco de 94.3 (0 hora) a 83.1 (24 horas). Asimismo, en el periodo de tiempo de 0 a 24 horas, se evidencia que los elásticos denstplay presentan mayor diferencia de medias cuando se compara con elásticos ormco y orthodontics ($p=0.000$). Y, los elásticos ormco presentan mayor diferencia sobre los elásticos orthodontics ($p=0.000$). Conclusiones: Se evidenció que todos los elásticos demostraron reducciones progresivas durante todo el tiempo de experimento. Asimismo los elásticos orthodontics presentaron mayor degradación de las fuerzas y, los elásticos denstplay fueron las que presentaron mayor diferencia de medias en relación a los otros elásticos.

Palabras Clave: degradación de fuerzas, elásticos ortodónticos.

Abstract

Aim: to determine the degradation of forces in orthodontic elastics exposed to cyclic loads.

Methodology: elastics of three trading houses (ormco, denstplay, orthodontics) were used dividing into three groups, immersing themselves in artificial saliva (pH 7.0 and T 37° C). the elastics were placed in a Machine for dental elastics (model S -250 -12) automatic where they stretched 19.05 mm (simulating the resting position of the jaw), every one minute they extended to 24.7 mm (simulating mandulation movements) and after 1 second returned to 19.05 mm and thus consecutively for 24 hours. **results:** the denstplay elastics had the highest average at the beginning (0 hours) and final (24 hours) relative to the other study groups (106.8 and 94.6 respectively). orthodontics elastics had greater strength degradation from 0 hours (71.04) to 24 hours (54.34). And, the ones that degraded the least were the ormco elastics from 94.3 (0 hour) to 83.1 (24 hours). Also, in the time period of 0 to 24 hours, it is clear that denstplay elastics have the greatest difference in means when compared to ormco and orthodontics elastics (p-0.000). And, ormco elastics have a greater difference over orthodontics elastics (p-0.000). **Conclusions :** This study showed that all orthodontic elastics demonstrated progressive reductions throughout the experiment time. In addition, the orthodontics elastics had the greatest degradation of the forces and, the denstplay elastics were the ones that had the greatest difference in means compared to the other elastics.

Keywords: degradation of forces, orthodontic elastics.

I. Introducción

La ortodoncia utiliza instrumentos y herramientas mecánicas que permiten generar y transmitir fuerzas físicas, de una manera controlada sobre los distintos componentes del sistema estomatognático, para lo cual se ha valido de diversos elementos (pasivos y activos), los primeros son bandas tubos y brackets, los segundos son resortes alambre y elásticos.

Entre los elásticos encontramos los elásticos intermaxilares, son producidas con hidrocarburo de caucho (látex) y también las que son producidas sin látex. En la actualidad los elásticos ortodónticos intermaxilares son una parte fundamental de cualquier práctica en ortodoncia; ya que se utilizan para corregir el entrecruzamiento de los dientes, mejorar discrepancias sagitales y el cierre del espacio, además tienen un bajo costo, alta flexibilidad, fácil uso para el paciente y debido a su continuo cambio (24 horas) contribuyen con la higiene oral.

Los elásticos al usarse en boca son expuestos a numerosas condiciones (esfuerzo, saliva, pH, temperatura, etc.) que disminuyen su función, debido a esto numerosos trabajos de investigación han buscado simular las condiciones de boca, para evaluar la propiedades de funcionamiento, su tiempos de degradación y que factores degradan la fuerza de los mismos.

Sin embargo, aún no hay trabajos de investigación concluyentes, donde se evalúe la pérdida de la fuerza en ligas intermaxilares de látex de diferentes fabricantes, expuestas a cargas cíclicas, simulando los movimientos que hacemos en boca (hablar, comer o bostezar) en determinado tiempos, observando el inicio de la fatiga, la degradación de su fuerza y cuanto los elásticos intermaxilares ya no cumplen con la fuerza esperada por el especialista en el tratamiento.

1.1 Descripción y Formulación Del Problema

Los elásticos intermaxilares son necesarios para cumplir ciertos movimientos dentarios que la ortodoncia no es capaz de realizar por si sola. Los pacientes terminan necesiéndolas en una u otra fase del tratamiento. Actualmente hay numerosos tipos de elásticos que varían en función de su grosor y diámetro. Los elásticos intermaxilares proporcionan fuerzas que pueden corregir la oclusión a nivel anteroposterior, corregir mordidas cruzadas o en tijera, acabar de ajustar los dientes en la última fase de tratamiento, etc.

Ajami, Farjood y Zare (2017) concluyeron que con la fuerza brindada por estos elásticos intermaxilares, se puede proporcionar la velocidad adecuada de movimiento de los dientes con la menor molestia para el paciente, sin embargo, la preocupación se da por la relajación de la fuerza de estos materiales, que ven afectadas sus propiedades debido a estiramientos repetidos a medida que el paciente habla, come y bosteza; además están expuestos a distintos ambientes por ejemplo, saliva, temperatura oral, comidas y bebidas con diferente PH.

Cuando los elásticos intermaxilares son sometidos a una fuerza constante, temperatura y un nivel de pH, la relajación de la fuerza comienza en los puntos débiles del elástico provocados por su falta de homogeneidad en el interior, ocasionando una degradación de la fuerza que se acentúa en el entorno oral (Wang, Zhou, Tan y Dong, 2007).

Muchos trabajos de investigación han evaluado las propiedades de estos materiales elásticos, en distintos ambientes (secos y húmedos), en estática y dinámica.

Estudios en dinámica buscaron encontrar el efecto del estiramiento repetido en las ligas intermaxilares y comparar pruebas en dinámica y estática de los elásticos de ortodoncia con látex y no látex (Kersey et al., 2003a; Lui, 1993).

Ambos estudios encontraron que hubo mayor pérdida de fuerza con las pruebas cíclicas, esta diferencia se dio principalmente en los 30 minutos iniciales de la prueba, finalmente en el efecto a las 200 repeticiones no hubo mayor diferencia (Kersey et al., 2003a; Lui, 1993).

Sin embargo, aún no hay trabajos de investigación concluyentes, donde se evalúe la pérdida de la fuerza en ligas intermaxilares de látex de diferentes fabricantes, expuestas a cargas cíclicas, simulando los movimientos que hacemos en boca (hablar, comer o bostezar) en determinado tiempos, observando el inicio de la fatiga, la degradación de su fuerza y cuanto los elásticos intermaxilares ya no cumplen con la fuerza esperada por el especialista en el tratamiento.

Por tales motivos esta investigación busca determinar los valores de degradación de fuerzas en los elásticos intermaxilares expuestos a cargas cíclicas en once intervalos de tiempo, cuyo fin es ofrecer al profesional de ortodoncia un mayor entendimiento de las características y propiedades de los elásticos intermaxilares incrementando su capacidad para solucionar casos y realizando mejores indicaciones en el empleo de las ligas al paciente, siendo beneficioso para ambos.

Formulación del problema

¿Existe degradación de fuerzas en elásticos ortodónticos intermaxilares expuestas a cargas cíclicas de tres marcas comerciales?

1.2 Antecedentes

Notarberto et al. (2018) en la universidad estatal de Río de Janeiro/ Brasil, programa de Postgrado en Odontología, evaluaron in vivo la degradación de la fuerza del elásticos de látex y no látex en diferentes momentos, durante un período de 24 horas. Los elásticos de goma se transfirieron a la máquina de prueba (EMIC DL-500 MF), y los valores de fuerza se

registraron después de estirar el elástico a una longitud de 25 mm, Se aplicó la prueba t pareada y se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la variación de la fuerza generada. La prueba post- hoc de LSD (la diferencia menos significativa de Fisher). Se obtuvo como resultado que, las fuerzas iniciales (tiempo cero), los valores de fuerza para el elástico sin látex fueron ligeramente más altos que para el elástico de látex. En los tiempos posteriores, las fuerzas generadas por el elástico de látex mostraron valores más altos, con respecto a la degradación del material, al final de 24 horas se observó el porcentaje más alto para el elástico sin látex, por tanto se concluye que los elásticos de látex presentan un comportamiento más constante en 24 horas, en comparación con los elásticos intermaxilares sin látex. Durante el tiempo experimental oral (3, 12 y 24 horas), los elásticos intermaxilares de látex obtuvieron valores de liberación de fuerza más altos, en comparación con los elásticos intermaxilares sin látex.

Qocieh et al. (2017) en Jordan University of Science and Technology en Irbid, evaluaron la degradación de fuerza de los elásticos ortodónticos intermaxilares de látex durante 48 horas In vivo, para estudiar la relación entre la cantidad de apertura de la boca y el grado de disminución de la fuerza. La población fue de 52 pacientes de la Clínica de la Universidad de Ciencia y Tecnología en Irbid (40 mujeres y 12 hombres) con ortodoncia, que usaban elásticos ortodónticos intermaxilares clase II de 3/16 pulgadas, pesada (6oz) y media(4oz). Los valores de fuerza fueron medidos y comparados en distintos intervalos de tiempo. Los datos fueron sometidos a un paquete para software de computadora de ciencias sociales (versión 17,0; SPSS, Chicago, III) con un nivel de confianza de 95%. Se observó pérdida del 50% de fuerza para los elásticos medios a las 3 horas y para los elásticos pesados a las 4 horas, hubo mayor pérdida de fuerza en los elásticos pesados en comparación con los elásticos medios en todos los intervalos de tiempo ($P < 0,001$). Se concluyó que el 50% de la degradación de la fuerza ocurrió en las primeras 4 a 5 horas. Debido a la rotura o por higiene

bucal deben ser cambiados a las 24 horas, de lo contrario, los elásticos se pueden utilizar durante 48 horas.

Laura (2017) en Lima, investigó la degradación de fuerzas en elásticos ortodónticos de 1/8 de (fuerza media) en ciudad de Juliaca en una clínica particular, la población lo constituyeron 79 pacientes con tratamiento ortodóntico de la “Clínica Dental Misti Dent” de la ciudad de Juliaca que se atendían desde el mes febrero hasta Abril del 2017, la muestra estuvo conformado por 30 pacientes a que usaban elásticos intermaxilares de 1/8” de 130 gr de fuerza de forma bilateral en forma de delta, haciendo un total de 150 elástico seleccionadas para la medición, conformo cinco (5) grupos de 30 elásticos para cada control de acuerdo al tiempo de uso (0, 4, 8, 12 y 24 h.) como instrumento utilizo un tensiómetro calibrado (marca Morelli), registrando sus valores obtenido de fuerza en una tabla de Excel y finalmente utilizo el paquete estadístico SPSS 2.0, que usa la estadística descriptiva mediante presentado medidas de tendencia central (mediana y media) y medidas de dispersión (desviación estándar), valido su instrumento a través del juicio de expertos, en sus resultados evidencio que hay una disminución de la fuerza de los elásticos intermaxilares 1/8 fuerza mediana, a las 0 h (0 gr., 0.00%), a las 4 h de uso 0.27 gr. (0.21%), a las 08 h de uso fue 1.83 gr. (1.41 %), a las 12 h de uso fue de 14.00 gr. (10.77%) y finalmente a las 24 horas de uso la degradación de los elásticos fue de 23.25 gr. (17.88%), si se compara los estudios in vitro con los resultados del presente trabajo muestran una leve variación, con lo que el autor concluye que los estudios in vitro difieren de la realidad clínica.

Pithon et al. (2015) Southwest Bahia State University - UESB, Jequié, Bahia, Brazil, evaluaron la disminución de la fuerza entre los elásticos ortodónticos intermaxilares con y sin látex en el medio oral en diferentes intervalos de tiempo. La muestra consto de 26 pacientes que utilizaban elásticos ortodónticos durante el período de evaluación. Se fabricaron 52 placas termoplásticas de 1 mm de espesor según el molde de los pacientes, que mantuvieron

los elásticos distendidos durante todo el período experimental. La fuerza liberado por los elásticos a esta distancia se evaluó a las 0, 12 y 24 horas. Los análisis estadísticos fueron realizados con las pruebas de Friedman, Wilcoxon y Mann-Whitney (nivel de significancia del 5%). Los elásticos con y sin látex se presentan con deformación permanente y en aumento del diámetro interno durante todo el periodo. Elásticos con látex, 1/8" (3,2 mm) de diámetro presentan mayores niveles de fuerza sostenidos que aquellos sin látex. Elásticos de 1/4 " (6.35 mm) y 5/16 " (7,94 mm) de diámetro sin látex sostuvieron niveles más altos de fuerza a las 0 y 12 horas en comparación con los de látex. Al final del experimento (24 horas), no hay diferencia significativa. Se observó entre los elásticos ($p > 0.05$). Se concluye que los elásticos con látex de 1/8 "de diámetro sostuvieron un nivel de fuerza final más alto que el sin látex, los elásticos ortodónticos de un 1/4 y 5/16 de diámetro con y sin látex no obtuvieron diferencias al final del periodo de evaluación.

Moris (2009) en Brasil publicó un estudio donde se Analizó 3 tamaños de bandas elásticas de látex ortodónticas pesadas de (1/8 ", 3/16" y 5/16 "), (Dental Morelli, 3M Unitek Corporation y American Orthodontics), se analizaron 72 elásticos, estos fueron estirados en una máquina de prueba de 26mm- hasta 44mm el estiramiento se hizo en un segundo y cada ciclado se hizo en un minuto. Las lecturas se tomaron en intervalos de tiempo variables. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de T de Student. Se encontró que hubo una mayor degradación de la fuerza en las primeras 2 horas para toda la muestra, en el artículo concluyen que los elásticos de 1/8 "deben ser reemplazados al menos cada 24 horas y los elásticos de 3/16" y 5/16 "se pueden cambiar cada 72 horas si se desean niveles de resistencia cercanos a los iniciales.

Wang et al. (2007) Universidad de Wuhan, Wuhan, Hubei, China, estudiaron las características de degradación de la fuerza de los elásticos de látex en aplicaciones clínicas y estudios in vitro. Se seleccionaron 12 estudiantes de un internado que usaban ortodoncia, se

investigaron muestras de látex de 3/16 pulgadas. Los estudiantes debían participar en los experimentos cuatro veces, las mediciones de fuerza se realizaron en 11 intervalos de tiempo. Los elásticos en los grupos de control se establecieron en condiciones de saliva artificial y en sala seca y se estiraron 20 mm. El análisis de varianza de fue (ANOVA) y la prueba de la diferencia significativa de Tukey-Kramer (HSD). El nivel de confianza elegido para todos los cálculos estadísticos fue 0.5. Obtuvieron como resultados que que en la tracción intermaxilar, el porcentaje de fuerza inicial restante después de 48 horas fue del 61%, en la tracción intramaxilar y en la saliva artificial, el porcentaje de la fuerza inicial restante fue del 71%, y en las condiciones de habitación el 86% de la fuerza inicial permaneció. En intervalos de 24 y 48 horas la fuerza disminuyó durante las pruebas in vivo y en la saliva artificial ($P < .001$), mientras que no hubo diferencias significativas en las condiciones de la habitación seca ($P > .05$). Los autores concluyen que la degradación de la fuerza de los elásticos de látex variaba según sus condiciones ambientales y se presenta una mayor degradación de la fuerza en la tracción intermaxilar que en la tracción intramaxilar. La condición de sala seca causó la menor pérdida de fuerza.

Kersey et al. (2003a) University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canadá., determinaron los efectos del estiramiento repetido (pruebas cíclicas) y pruebas estáticas de las propiedades de degradación de la fuerza de dos tipos diferentes de elásticos ortodónticos (con y sin látex) de una sola marca, se realizó un estudio piloto para observar la variabilidad de la muestra y prueba de error del aparato, se utilizó el ochenta por ciento de potencia, y un mínimo deseado. La diferencia detectable elegida fue del 10%. La fórmula también asumió que tres grupos serían comparados en el estudio. Muestras de látex y sin látex de American Orthodontics 0.25 pulgadas, 4.5 oz fuerza media (6.35 mm, 127.5 g). Se usaron elásticos y se probó un tamaño de muestra de 12 elásticos por grupo, las pruebas en estática implicaron estiramiento de los elásticos hasta tres veces el diámetro interno comercializado (19.05 mm)

y se analizó los niveles de fuerza en distintos intervalos durante 24 horas. Se utilizó SPSS para Windows (SPSS Inc) para comparar la grupos, y se realizó un ANOVA de comparación múltiple para determinar diferencias estadísticamente significativas entre materiales y métodos de prueba. Las pruebas cíclicas utilizaron la misma extensión inicial, pero completaron los elásticos en ciclos de 24,7 mm adicionales. Obtuvieron como resultado para los elásticos probados estáticamente el porcentaje de la fuerza inicial restante a las 4, 8 y 24 horas fue de 87%, 85%, 83% y 83%, 78%, 69% para elásticos látex y sin látex respectivamente. Para los elásticos probados cíclicamente, el porcentaje de fuerza inicial restante en 4, 8 y 24 horas fue 77%, 76%, 75% y 65%, 63%, 53% para látex y sin látex, respectivamente. Concluyen que ambos tipos de elásticos tenían fuerzas iniciales similares estadísticamente por debajo de la fuerza comercializada (122 y 118 g para elásticos de látex y no látex, respectivamente) cuando se estiraba tres veces el diámetro interno comercializado. Las pruebas cíclicas causaron significativamente más pérdida de fuerza y esta diferencia se produjo principalmente en los primeros 30 minutos.

Kersey et al. (2003b) University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canadá., compararon 4 marcas de elásticos ortodónticos intermaxilares sin látex con respecto a la fuerza inicial producida y la decadencia de la fuerza durante un período de 24 horas, donde el tamaño de muestra fue de 48 elásticos, se construyó un aparato que ciclaba repetidamente los elásticos simulando la masticación en un período de 24 horas, se extendió 3 veces el diámetro interno de los elásticos (19.05), las marcas fueron; American Orthodontics, Ortho Organizers y Dentsplay GAC. Se realizó el análisis de datos con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales para Software de Windows (SPSS, Chicago, Ill) además de análisis de varianza de comparación múltiple (ANOVA) para evaluar las diferencias entre los marcas en diferentes momentos. Los resultados muestran que los elásticos ortodónticos Dentsplay GAC generaron fuerzas significativamente mayores que las comercializadas a 3 veces la extensión del

diámetro interno. Se concluye que la producción de fuerza inicial fue significativamente correlacionada con el área transversal medida de los elásticos ($p < .01$). Agrupados los porcentajes promedio de la fuerza inicial a las 4, 8 y 24 horas fueron 68%, 61% y 49%, respectivamente.

1.3 Objetivos

Objetivo General.

Determinar la degradación de fuerzas en elásticos intermaxilares expuestos a cargas cíclicas de tres marcas comerciales.

Objetivo Específico.

- Evaluar la degradación de la fuerza al inicio (0 horas) y final (24 horas) en los grupos de estudios.
- Determinar el promedio de carga cíclica en grupos de estudios según periodo de tiempo en horas.
- Determinar las comparaciones múltiples y diferencias de medias entre grupos de estudios según periodo de tiempo de 0 a 4 horas.
- Determinar las comparaciones múltiples y diferencias de medias entre grupos de estudios según periodo de tiempo de 8 a 24 horas.

1.4 Justificación

A nivel teórico este trabajo de investigación busca aumentar la evidencia sobre el uso de los elásticos ortodónticos intermaxilares, en la actualidad encontramos muchos trabajos sobre los elásticos ortodónticos en medios estáticos, pero no se toman en cuenta todos los factores (hablar, comer y bostezar, etc.) que acrecientan la degradación de fuerza, esta

investigación busca obtener evidencia más fidedigna de las condiciones que ocurren boca; y ampliar el conocimientos sobre las distintas marcas que actualmente son comercializadas en el Perú; ya que estos son un elemento fundamental en la aplicación de fuerzas intermaxilares.

A nivel metodológico ofrecerá al profesional de ortodoncia un conocimiento del inicio de la relajación de fuerza en los elásticos ortodónticos intermaxilares ofreciendo un método para solucionar casos y realizando mejores indicaciones en el empleo de elásticos ortodónticos intermaxilares al paciente, siendo beneficioso para el especialista y paciente.

A nivel practico clínico el estudio permitirá al ortodoncista elegir entre las distintas marcas comerciales de los elásticos ortodónticos intermaxilares con las características de fuerza de extensión conveniente para el movimiento dentario deseado, teniendo en cuenta cómo ésta fuerza se degrada con el tiempo de uso.

1.5 Hipótesis

Existe diferencias entre degradación de fuerzas en elásticos ortodónticos intermaxilares expuestas a cargas cíclicas de tres marcas comerciales.

II. Marco Teórico

2.1 Bases Teóricas Sobre El Tema de Investigación

Los materiales ortodónticos utilizados para mover los dientes incluyen arcos de alambre (niti, acero, redondos y rectangulares) resortes helicoidales, elásticos y elastómeros sintéticos, cadenas de poder, alambre de ligadura, etc., se apoyan de otros componentes metálicos, cerámicos y poliméricos, considerados no citotóxico, en la mayoría de las condiciones (Kamisetly et al., 2014).

Los elementos pasivos distribuyen en los dientes las fuerzas que producen los elementos activos, los elementos activos son materiales con propiedades elásticas, que tienen capacidad de almacenar y liberar fuerzas, permitiendo controlar la intensidad, dirección y duración de las fuerzas que se emplean sobre los dientes (Farfán, 2014).

Se clasifican según el material en dos tipos; en metales (alambres, arcos, resortes y etc.) y poliméricos, los elásticos de caucho, materiales elastoméricos.

Muchos elastómeros o polímeros no tienen una forma determinada, los elastómeros son moldeados mediante procesos físicos y químicos según las necesidades, en temperatura ambiente, los elastómeros son fácilmente deformables.

Una característica de los elastómeros es que pueden ser estirados muchas veces su propia longitud y luego recuperan forma original sin presentar una deformación permanente. Las moléculas poliméricas que se encuentra en la estructura de cualquier caucho, no tienen ningún orden, se enredan y se enrollan entre ellas, creando un gran ovillo. Cuando se estira el caucho las moléculas son obligadas a alinearse en la dirección en la que se está produciendo la fuerza (Juarez, 2012).

Generan una determinada elongación va desde el 200% hasta el 1000% y no sufren un daño duradero Para alcanzar sus máximos valores deben, someterse a un tratamiento de vulcanización o curado con azufre o con peróxidos (Uribe, 2004).

Los elastómeros retoman su forma original gracias a la presencia de enlaces covalentes, estos evitan que la deformación sea duradera.

Según este término se dividen en dos grandes grupos: los de goma natural o látex, estos materiales son extraídos de los árboles de caucho y los polímeros de goma sintética, tales como la goma de estireno butadieno, polibutadieno butilo, poli isopropeno, etilprofileno, teflones, siliconas (Fernández, 2014).

Esta investigación se centrara en los elásticos de látex ya que en ese material se basó el estudio.

Los elásticos de látex son un valioso complemento para los tratamiento en ortodoncia, ya que son muy utilizados como un elemento activo, son bastante usados en el movimiento mecánico, alineamiento de los arcos dentarios, también sirven como complemento en la utilización de aparatos extrabucales, sin embargo es muy importante tomar en cuenta el funcionamiento de estos, así como su aplicación y diseño, debido a que de ellos depende tener el resultado exitoso de la mecanoterapia utilizada en cada paciente (Rodriguez y Casasa, 2005).

Cualquier uso de fuerza mediante un elástico, utiliza e induce cierta combinación de desplazamiento y fuerza, en donde el elástico va a ver una deformación por la presión que ejerce y al mismo tiempo se va a liberar fuerza (Fernandes et., al 2011; Negwman, 2010).

Entre sus ventajas encontramos, alta flexibilidad, fuerza, facil manipulacion, economicas, no hay necesidad de acudir a consulta o la activacion con el especialista.

Y entre sus desventajas se encuentra que hay pérdida y deterioro de la fuerza y elasticidad, la absorción del material hace que se hinche y genere mal olor, está expuesto a factores que hacen que aumenten su deterioro (saliva, ph. placa, alimentos etc.)

Su presentación está regida por el sistema norteamericano, donde se usan las onzas y las pulgadas, la fuerza ejercida por los elásticos ortodónticos depende del grosor, tamaño y del estiramiento al que son sometidos. Los fabricantes consideran que la fuerza se origina cuando el elástico ortodóntico es estirado tres veces su tamaño original; se clasifican:

De acuerdo a su fuerza tienen una relación directa con el espesor del material, esta fuerza se mide en onzas (1 onza: 28.35 gr: 4,45 newton) y se encuentra en tres graduaciones:

– Ligera = 1.8 Oz = 51.03 gr.

– Mediana = 2.7 Oz = 76,54 gr.

– Pesado = 4 Oz = 113,4 gr.

De acuerdo al diámetro existen 6 medidas más usadas, todas en pulgadas. (1 pulgada: 25.4 mm)

– 3 mm. = 1/8"

– 4 mm. = 3/16"

– 6 mm. = 1/4"

– 8 mm. = 5/16"

– 10 mm. = 3/8"

– 12 mm. = 1/2"

Los elásticos de látex o caucho se adquiere mediante la extracción vegetal, se encuentran en organismos vivos, en forma de un líquido lechoso, llamado látex, este circula al interior de la corteza de muchos árboles y arbustos tropicales, una vez obtenido siguen un conjunto de procesos de fabricación para finalmente obtener una goma natural, conocido también como “cahuchu” (Fernández, 2014; Uribe, 2004).

Está compuesto por una estructura tridimensional reticulada de enlaces cruzados, tiene enlaces covalentes entre diferentes átomos, como el azufre con carbón. Sus características elásticas dependen de las largas cadenas moleculares irregulares y torcidos (Cedillo, 2013).

Los componentes de lates son: agua (60%), hidrocarburo de caucho (30 a 36 %), resina (2%), proteínas(1 a 2 %), cenizas (0,30 a 0,7%) y quebrachitol (0,5%).

En tres sus propiedades los elásticos presentan principalmente 3: su distorsión no excede su límite de elasticidad (puede recobrar su forma original), son homogéneos físicamente y son isotrópicos, proporcionan la misma fuerza en cualquier dirección (Langlade, 2000).

En otras propiedades tenemos: el pH alcalino, las enzimas salivales los deterioran generando pérdida de fuerza. Los elásticos en boca absorben humedad, agua y saliva (hidrofilicos e higroscópicos) causando destrucción molecular y deformación permanente del material. Así mismo la exposición a la luz solar y medio ambiente rompe los enlaces dobles insaturados en las moléculas y reduce la flexibilidad y resistencia a la tracción.

Los elásticos de acuerdo a su uso se clasifican en dos grandes grupos: elásticos intramaxilares: se colocan y se usan en el mismo arco dental, producen fuerzas horizontales y los elásticos Intermaxilares: Se colocan y actúan en ambos arcos dentales, producen fuerzas horizontales, verticales, y transversales

Elásticos intramaxilares o clase I, son aquellos elásticos que se ponen y actúan en una misma arcada, las fuerzas que van a producir son de tipo horizontal, los más utilizados en la actualidad son producidos con polímeros de alta densidad. Se emplean principalmente para: extrusión e intrusión de los dientes, cierre de espacios, movimiento de mesialización, movimiento distal (retracción), rotar un diente o dientes recíprocos, mover un diente el cual es difícil de ajustar en el arco de alambre (Rodríguez y Casasa, 2005).

La biomecánica del elástico de clase I tiene una acción uniforme en línea recta, la fuerza que produce es en sentido horizontal. Se debe tener en cuenta que la fuerza de anclaje utilizada debe ser mayor que la fuerza móvil, para poder mover dientes, equivalente a (Langlade, 2000).

FUERZA ESTABLE > FUERZA MÓVIL

Indicaciones los especialistas en ortodoncia coinciden que el uso de elásticos ha demostrado ser uno de los métodos más eficientes y simples para cierres de espacio, movimiento dentario (un diente difícil de ligar al arco), extrusión (Un diente impactado o en posición ectópica), instruir un solo diente o grupo de dientes, rotar un solo diente o dientes recíprocos (Fernandez, 2014).

No se conocen muchos problemas clínicos; sin embargo, el más importante es que sus fuerzas disminuyen con rapidez. Los elásticos de clase I pueden producir complicaciones, tales como pérdida de anclaje, inclinaciones anormales, extrusiones excesivas y rotaciones exageradas (Langlade, 2000).

Elásticos intermaxilares clase II son colocados anteriormente en el arco superior (canino, premolar) y posteriormente en el arco inferior (1 era o 2 da molar), actúan en ambos maxilares producen los 3 tipos de fuerza: horizontal, transversal y vertical (Rodriguez y Casasa 2005).

Su uso es complejo, debido al limitado control que se tiene sobre las fuerzas que ejercen y a los efectos no estimados que puedan producir. Tienen como norma que no se pueden utilizar en la etapa de alineación y nivelación en pleno uso de alambres redondos y poco rígidos, debido a que alteran el plano oclusal. Se recomienda usar en alambres gruesos, rectangulares y rígidos al final del tratamiento para así poder tener mayor y adecuado control de los movimientos (Uribe, 2004; Ortega, 2015).

La selección de la fuerza y el tamaño del elástico depende de la necesidad del paciente, sin embargo como norma general se utilizan 1/4 de pulgada (6 oz) desde primer molar inferior hasta el canino superior o de 5/16 de pulgada y 6 oz desde segunda molar inferior hasta el lateral superior, con una fuerza aproximada de 180 gramos (Uribe, 2004).

Biomecánica, se usan en pacientes con un sistema elásticos clase II, se genera una fuerza horizontal y otra de menor, intensidad en sentido vertical debido a la angulación que tiene el elástico con respecto el plano de oclusión, el ángulo aumenta cuando el paciente abre la boca para comer, hablar, bostezar, etc. Se entiende que cuando un paciente abre la boca la fuerza horizontal disminuye aproximadamente en un 10%, mientras que la fuerza extrusiva aumenta hasta en un 64% (Rodríguez y Casasa, 2005).

Está indicado para mal oclusiones dentarias y/o esqueléticas de Clase II, apertura de mordida, retracción de incisivos superiores, avance de la arcada mandibular, corrección de desviación de línea media y de la doble mordida inclinación labial de incisivos inferiores retruidos (Fernández, 2014).

Usar en arcos rígidos rectangulares de 0.017* 0.025 de acero inoxidable para evitar efectos dañinos no deseados, debido a que presentan un efecto fuerte sobre el hueso dentoalveolar maxilar y mandibular (Langlade, 2000; Uribe, 2004).

Algunos problemas de los elásticos intermaxilares clase II, no se pueden utilizar en pacientes con incisivos inferiores muy vestibularizados, pacientes con altura facial inferior muy aumentada, problemas periodontales, con apertura de espacios, pérdida de anclaje y rotación y extrusión exageradas (Langlade, 2000).

Elásticos intermaxilares Clase III se utilizan entre los dos maxilares, son colocados anteriormente en el arco inferior (canino, premolar) y posteriormente en el arco superior (1 era o 2 da molar), producen fuerzas en sentido transversal horizontal y vertical en menor escala.

La selección de la fuerza y el tamaño del elástico depende de la necesidad del paciente, sin embargo, como norma general se utilizan 1/4 de pulgada (6 oz) desde primer molar inferior hasta el canino superior o de 5/16 de pulgada y 6 oz desde segunda molar inferior hasta el lateral superior, con una fuerza aproximada de 180 gramos (Uribe, 2004).

Biomecánica se utilizan en ambos maxilares, para los elásticos de clase III se va a desarrollar dos componentes de fuerza, un en sentido horizontal; otra menor, en sentido vertical, esto puede variar de acuerdo al tipo facial y el ángulo que se produzca con respecto al plano de oclusión. Estas fuerzas van a generar una extrusión de la molar superior y una extrusión e inclinación lingual de los incisivos inferiores (Rodríguez y Casasa 2005).

Indicado para realizar movimientos de los dientes superiores hacia mesial e inferiores hacia distal, lingualizando la mandíbula hacia atrás, en pacientes con mordida cruzada anterior llegando al borde a borde a borde en relación céntrica, corrección de una desviación de línea media, protrusión de incisivos inferiores en los que se necesita el cierre y retracción de espacio (Fernandez, 2014).

El uso prolongado de los elásticos, hace rotar el plano oclusal, aumenta la altura facial sobre todo la antero inferior sin embargo se pueden colocar clase III cortos de diente a diente para disminuir el efecto vertical. Se usan en arcos rígidos rectangulares de 0.017* 0.025 de acero inoxidable para evitar complicaciones, ya que presentan un efecto fuerte sobre el hueso dentoalveolar maxilar y mandibular (Langlade, 2000; Uribe, 2004).

Problemas, no se pueden utilizar en pacientes con, incisivos inferiores lingualizados, Clases II esqueléticas y dentales, altura facial inferior aumentada, pacientes con enfermedad periodontal, como la dehiscencia de incisivos inferiores y biomecánicos como la inclinación lingual o la extrusión excesiva de los incisivos inferiores (Langlade, 2000).

Una de las principales características de los elásticos es la elasticidad esta propiedad le permite a cualquier material de recuperar su forma anterior luego de ser deformado

ejerciendo fuerza. En física, elasticidad representa a la propiedad mecánica de un cuerpo para restaurar su deformación o volver a su forma original.

Generalmente las propiedades que presentan es los materiales elásticos son: su distorsión no excede a su límite de elasticidad, físicamente son homogéneos y finalmente son isótropo, es decir proporcionan la misma fuerza en cualquier dirección.

Estabilidad dimensional de los elásticos los cauchos naturales pueden ser agregados con refuerzos químicos como plastificantes, colorantes y estabilizantes, que le dan características mecánicas o físicas particulares (Uribe, 2004).

Los factores que influyen sobre la estabilidad dimensional de los elásticos son:

- La absorción de agua.
- El envejecimiento y almacenamiento inadecuado.
- Los esfuerzos dinámicos de larga duración que provocan roturas por fatiga.
- La duración de la aplicación de la carga.
- La cantidad de deformación plástica.

El módulo de Young en materiales homogéneo, isótropo y lineal, tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, esta es una constante independiente de la deformación y el esfuerzo, siempre que no exceda su valor máximo (límite elástico), y que sea mayor a cero (Sánchez, 2013).

Tanto el límite elástico como el módulo de Young son diferentes para los distintos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede hallarse empíricamente a través de ensayo de tracción materiales (Bruno y Peralta, 2014).

Cuando un material se deforma elásticamente, la cantidad de deformación también depende del tamaño del material, pero la tensión para un esfuerzo dado es siempre la misma y las dos están relacionadas por la Ley de Hooke (Vimmrová y Výmorn, 2002).

De acuerdo con la ley de Hook, el módulo de elasticidad se define como la relación entre la deformación y el esfuerzo, el esfuerzo no es directamente medible, sin embargo se puede calcular a partir de diferentes fórmulas para diferentes tipos de carga (tensión, esfuerzo de flexión, etc.). La deformación se define como el cambio de la longitud dividido por la longitud inicial.

El deterioro de la fuerza del elástico intermaxilar durante un período de tiempo es un problema importante en el uso clínico, esta pérdida de fuerza dificulta que el médico determine la fuerza real transmitida a los dientes, siendo la intención del clínico mantener valores de fuerza óptimos durante el período de tiempo deseado (Kamisetty, Nimagadda y Ponnachi, 2014).

Entre los factores que aceleran la degradación de los elásticos de látex tenemos:

A la saliva que es un fluido producido por las glándula salivales, se dividen en mayores y menores; la glándula parótida, produce saliva serosa en un 20%, la glándula submandibular produce saliva serosa y mixta en un 60%, la glándula sublingual produce saliva mucosa en un el 8%, respectivamente (Romero, 2018).

Aproximadamente el volumen total de la saliva producida en 24 horas es de 1000 ml a 1500 ml en una persona sana. La saliva cubre los tejidos suaves y duros en boca, lo hace mediante una fina capa de menos de 0.1 mm de espesor. La proteína y los componentes iónicos hacen que sea 99% de agua en una solución viscoelástica capaz de muchos roles,

actuar como lubricante, antimicrobiano, impidiendo la disolución de los dientes, ayudando a la digestión y facilitando el sabor (Carpetner, 2013; Chamilco, 2013).

Cuando estamos dormidos, las entradas de los centros superiores de saliva son reducido, por lo tanto, se reduce el flujo salival (aproximadamente $0.1 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$), por lo que nuestros dientes son particularmente susceptibles de ser atacados en este momento por microorganismos que están siempre presentes en la boca (Carptener, 2013).

En el 2018 se realizó un estudio sobre el efecto del tiempo de exposición a la saliva artificial en la magnitud de la fuerza de elásticos intermaxilares y como resultados dijo que el tiempo de exposición a la saliva artificial está relacionada en la degradación de la fuerza en elásticos intermaxilares, en 1 hora de exposición de los elásticos intermaxilares a la saliva artificial se produjo la mayor degradación en la magnitud de la fuerza, mientras que a las 12 horas de exposición de los elásticos intermaxilares a la saliva artificial la degradación de la fuerza se redujo gradualmente con el tiempo (Romero, 2018).

Saliva artificial actualmente la saliva artificial se desempeña como un complemento de la saliva natural ya que la continua variación física y química, hace que sea difícil imitarla. Debido a eso, las salivas artificiales habitualmente contienen agentes de defensa y minerales ya que su utilización habitual es para tratar la Xerostomía que es la ausencia parcial o total de saliva.

Sin embargo, la saliva artificial no contiene las enzimas digestivas y antisépticas, además de otras proteínas y minerales presentes en la saliva humana (Ortega, 2015).

El pH salival es la forma de medir la cantidad de iones de hidrogeno presentes, dependiendo de la cantidad puede ser básico o ácido tiene un promedio 7.2 a 7.6 en boca, varía de acuerdo al sexo, la edad, velocidad de secreción, clases de alimentos, bebidas, etc.

Tiene una capacidad amortiguadora debido a la presencia de fosfato y bicarbonato, de la misma manera que en la concentración de potasio y sodio, se vuelve más ácida durante el sueño (Chamilco, 2013).

Se llegó a la conclusión que los niveles de pH de 5 y 6 en la investigación de 24 horas no contribuyeron significativamente a la relajación de la fuerza de los elásticos en comparación con un pH de 7 (Lacerda, Pithon y Romanos, 2012; Sauget, 2011).

Otros estudios concluyeron que la reducción de la fuerza en las primeras 8 horas puede explicarse por el "fenómeno de hinchamiento", las cadenas moleculares con puntos reticulados permiten la absorción de líquido en la estructura reticular del látex, lo que conduce a la reducción del cumplimiento de fuerza durante el experimento, esto puede llevar a la reducción de la flexibilidad y al aumento de la fuerza durante unas pocas horas de 24 a 36 h. La fluctuación del pH tuvo un efecto considerable en este experimento (Ajami, Farjood y Zare, 2017).

Un estudio concluyó que los elásticos presentan disminución de fuerza en todos los niveles de pH. La mayor degradación de fuerza se presentó en un pH 5.5 en comparación con un nivel de pH 7.0 y un nivel de pH 8.0; siendo similar la degradación de fuerza en estos dos últimos niveles de pH (Fabian, 2017).

Se mandó construir una máquina siguiendo todas las especificaciones en el artículo de (Kersey, 2003a).

III. Método

3.1 Tipo de Investigación.

Experimental, prospectivo, longitudinal y comparativo.

3.2 Ámbito Temporal y Espacial

Los análisis de verificación de la máquina de ensayos de ligas se realizó en el Laboratorio N° 4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI en el año 2021 Lima, Perú.

3.3 Variables

Variable dependiente: Degradación de la fuerza (relajación)

Variable independiente: Cargas cíclicas

Indicador: Tiempo

3.3.1 Operacionalización De Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	VALOR
Degradación de la fuerza (relajación)	Disminución de la fuerza en las ligas intermaxilares después de un tiempo al ser expuesta a cargas cíclicas.	Físico	Fuerza que se obtiene después un determinado tiempo al ser expuesta a cargas cíclicas. (Kg/fz)	Razón	(Kg/fz)
Cargas cíclicas	El número de ciclos al que van a ser expuesta las ligas ortodónticas intermaxilares.	Físico		Razón	1 – 1260 ciclo por elástico. 1 ciclo por minuto por 24 horas.
Tiempo de uso.	Periodo de tiempo que pasan las ligas intermaxilares sometidas a cargas	Cronología	Periodo de tiempo en el que se evaluara los elásticos	Ordinal	24 horas 0 horas ½ hora 1 hora

cíclicas y se toman los
datos

1 ½ hora
2 horas
4 horas
8 horas
12 horas
16 horas
20 horas
24 horas

3.4 Población y muestra.

3.4.1 Población

Todos los elásticos ortodónticos intermaxilares de látex de 1/4 fuerza media (4 o 4.5 oz.).

3.4.2 Muestra

El tamaño muestral se realizó a partir de la fórmula de comparación de medias, con un nivel de confianza al 95% para una potencia del 80%. Los parámetros de media y desviación estándar para este trabajo fueron tomados de un estudio anterior.

Con lo cual se determinó una muestra de 42 elásticos ortodónticos intermaxilares de 1/4 de fuerza media (14 elásticos por marca de 3 casas comerciales).

La selección de los elásticos se hará de una manera aleatoria, respetando los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión

– Paquetes de elásticos ortodónticos intermaxilares de látex de 1/4 fuerza media (4 o 4.5 oz.) sellados, dentro de la fecha de vencimiento, guardados a temperaturas indicadas de acuerdo a la marca y al fabricante.

Criterios de Exclusión

– Paquetes de elásticos ortodónticos intermaxilares de látex de 1/4 fuerza media (4 o 4.5 oz.) abiertos, caducados, con falla de fabricación ya sean grietas o estén dos elásticos pegados y con cambio de color.

3.6 Instrumentos.

– Máquina de ensayo de ligas ortodónticas (Elaboración propia, verificado por laboratorio 4 de Ingeniería Mecánica-UNI).

– Ficha de recolección de datos.

3.7 Procedimientos.

Equipos

Se utilizó una máquina de ensayo de ligas ortodónticas con verificación por el Laboratorio N° 4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI que permitió el ciclado como lo muestra el (Anexo C, en la Imagen 1) este dispositivo cuenta con depósito metálico en donde se colocó la sustancia buffer pH 7, el depósito metálico tiene adheridos unas celdas de temperatura “CELDA PELTIER TEC1 – 12706” que fue regulado con un sensor sonda de temperatura “SONOFF DOMATICA” que mantuvo la temperatura en 36° c – 38° c (Anexo C Imagen 2).

La medida de fuerza en la máquina de ensayo se obtuvo a través de 7 celdas de carga “CELDA DE CARGA” que tiene adicionados unos pines (estos simulan los hooks de los brackets) que permitieron la colocación de los elásticos (Anexo C, Imagen 3).

Estos 7 pines están dispuestos en paralelo y numerados. Los pines de la máquina de ensayo tienen un grosor similar (Anexo C, Imagen 4) al de los tubos utilizados en el tratamiento de ortodoncia, es decir, tiene un diámetro de 0,8 mm.

La máquina de ensayo está controlado a través de un software que utilizo el “ARDUINO MEGA 2560” permitiendo visualizar los datos a través de un serial y a la vez estos datos fueron almacenados en una memoria SD.

La maquina de ensayo cuenta con una parte fija y una parte movil, la parte movil tiene dos posiciones; la primera es a 19.05 mm y la segunda 24.7 mm (Anexo C, Imagen 5).

Materiales

Se utilizaron elásticos ortodónticos intermaxilares de ¼ mm (4 o 4,5 oz) de tres casas comerciales: Dentsplay GAC (grupo A),Ormco (grupo B), Orthodontics GyH (grupo C) (Anexo 3, Imagen 5)

Se utilizo 1 frasco de 1 litro con solución buffer con un nivel de pH 7 (Anexo C, Imagen 6).

Procedimiento

Se retiro de la bolsa de empaque 7 elásticos de la marca A o B o C escogidas de manera aleatoria, (estos elásticos fueron nuevos esto significa sin previo estiramiento o sin usar en algún otro ensayo, además se verifico que todas tengan el mismo grosor y no estén cuarteadas) (Anexo C, Imagen 7).

Los elásticos ortodónticos intermaxilares se llevaron con las pinzas en la posición indicada sin ningún nudo, arruga, doblez que pueda generar tensiones adicionales al material y crear falsas lecturas (para evitar esto se utilizó una pinza) como se muestra en el anexo C, imagen 8.

Los elásticos se estiraron hasta 19.05 mm (simulando la posición de reposo de la mandíbula), cada un minuto se extendieron a 24.7 mm (simulando los movimientos mandibulares) y después de 1 segundo volvieron a 19.05 mm y así consecutivamente por 16

horas, en el período considerado nocturno, el aparato de prueba se apagó y los elásticos quedaron estirados en 19.05 en estática.

La máquina de ensayos estuvo programada para tomar datos en el segundo 20 y 40 cada minuto, estos datos fueron almacenados en una memoria SD 8 gigas, haciendo un total de 2880 datos por elástico, sin embargo para fines del estudio solo se tomaran 11 valores en distintas horas de acuerdo a la ficha de recolección de datos (Anexo A).

Para cada marca comercial se hizo dos días de prueba utilizando 7 elásticos por día, haciendo un total en el ensayo de 14 elásticos por marca. Las pruebas se hicieron 6 días para completar las tres casas comerciales.

3.7 Consideraciones éticas

La investigación no presenta consideraciones éticas por ser una investigación experimental in vitro, sin presencia de material humano, el trabajo se encontrará disposición de la universidad y cualquier interesado en el tema.

3.8 Análisis de datos.

Después de la recolección de datos se procedió al procesamiento de datos, organizando las fichas de recolección y enumerándolas para ser ingresadas a una base de datos en Microsoft Excel en su última versión con una computadora de última generación y analizar en los programas adecuados (programa SPSS 21). Se utilizaran las pruebas de Anova de mediciones repetidas y análisis de regresión múltiple.

IV. Resultados

Tabla 1

Degradación de la fuerza al inicio (0 horas) y final (24 horas) en los grupos de estudios

	N	Inicio (0 horas)		Final (24 horas)	
		Media	Ds	Media	Ds
Dentsplay	14	106,8507	3,33635	94,6700	4,34298
Ormco	14	94,3686	4,15128	83,1814	3,48636
Orthodontic	14	71,0414	4,15646	54,3493	5,34041

Ds: desviación estándar

Nota. Se muestra las medias de la degradación de las fuerzas al inicio (0 horas) y final (24 horas) de los tres grupos de elásticos ortodónticos, observándose que el grupo denstplay presentó mayor promedio al inicio y final.

Figura 1

Degradación de fuerza de 3 casas comerciales (fuerza inicial y final)

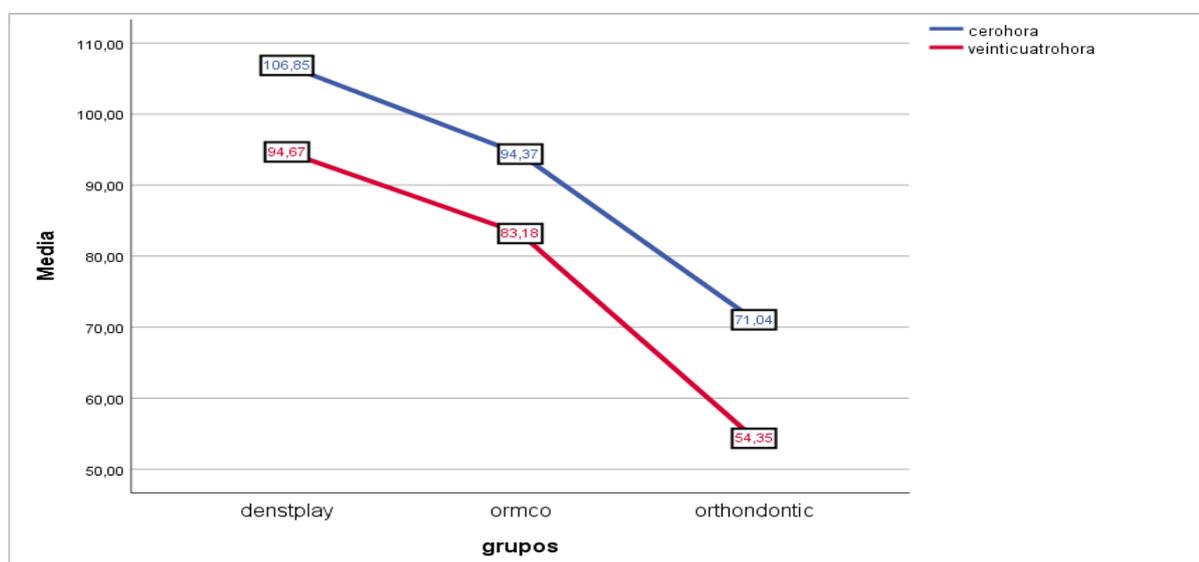


Tabla 2

Promedio de degradación de las fuerzas (g) en grupos de estudios según periodo de tiempo en horas.

Grupos	0	0.5	1	1.5	2	4	8	12	16	20	24	
Dentsplay	Medi	106,85	100,38	99,41	98,83	98,43	97,46	96,67	95,79	95,48	95,21	94,67
	a	0	5	5	2	7	4	0	7	2	1	0
	DS	3,3363	2,940	2,916	2,923	3,105	3,447	3,953	4,083	4,224	4,256	4,342
					7							
Ormco	Medi	94,368	87,606	86,95	86,76	86,53	86,11	85,26	84,67	84,09	83,66	83,18
	a			7	2	4	4	1	0	5	4	1
	DS	4,1512	3,364	3,109	3,096	2,946	3,079	3,840	3,838	3,720	3,748	3,486
					5							
Orthodontic	Medi	71,041	64,517	62,84	61,95	61,35	60,10	58,34	57,29	56,37	55,40	54,34
	a			5	7	2	1	2	5	2	4	9
	DS	4,1564	4,617	4,949	5,326	5,491	5,756	5,833	5,772	5,605	5,436	5,340
								6				
Total	Medi	90,753	84,169	83,07	82,51	82,10	81,22	80,09	79,25	78,64	78,09	77,40
	a			2	7	8	6	1	4	9	3	0
	DS	15,495	15,452	15,79	16,00	16,13	16,36	16,87	16,98	17,21	17,49	17,70
			8	4	1	6	9	9	4	3	7	

Ds: desviación estándar

Nota. Se observa que los promedios de las fuerzas de degradación en todos los grupos fueron menores conforme avanza el periodo de tiempo, quienes presentaron mayor degradación fueron los elásticos orthodontic GyH desde 0 horas (71.04) a 24 horas (54.34). Y, las que menos se degradaron fueron los elásticos ormco de 94.3 (0 hora) a 83.1 (24 horas).

Figura 2

Media de la degradación de fuerza de 3 casas comerciales (4 intervalos de tiempo)

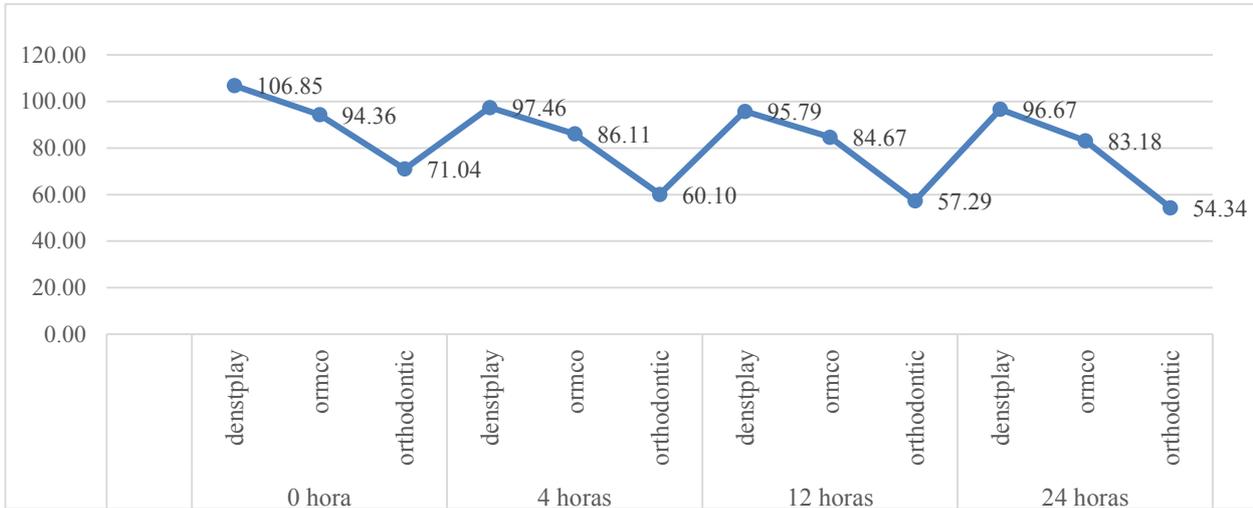
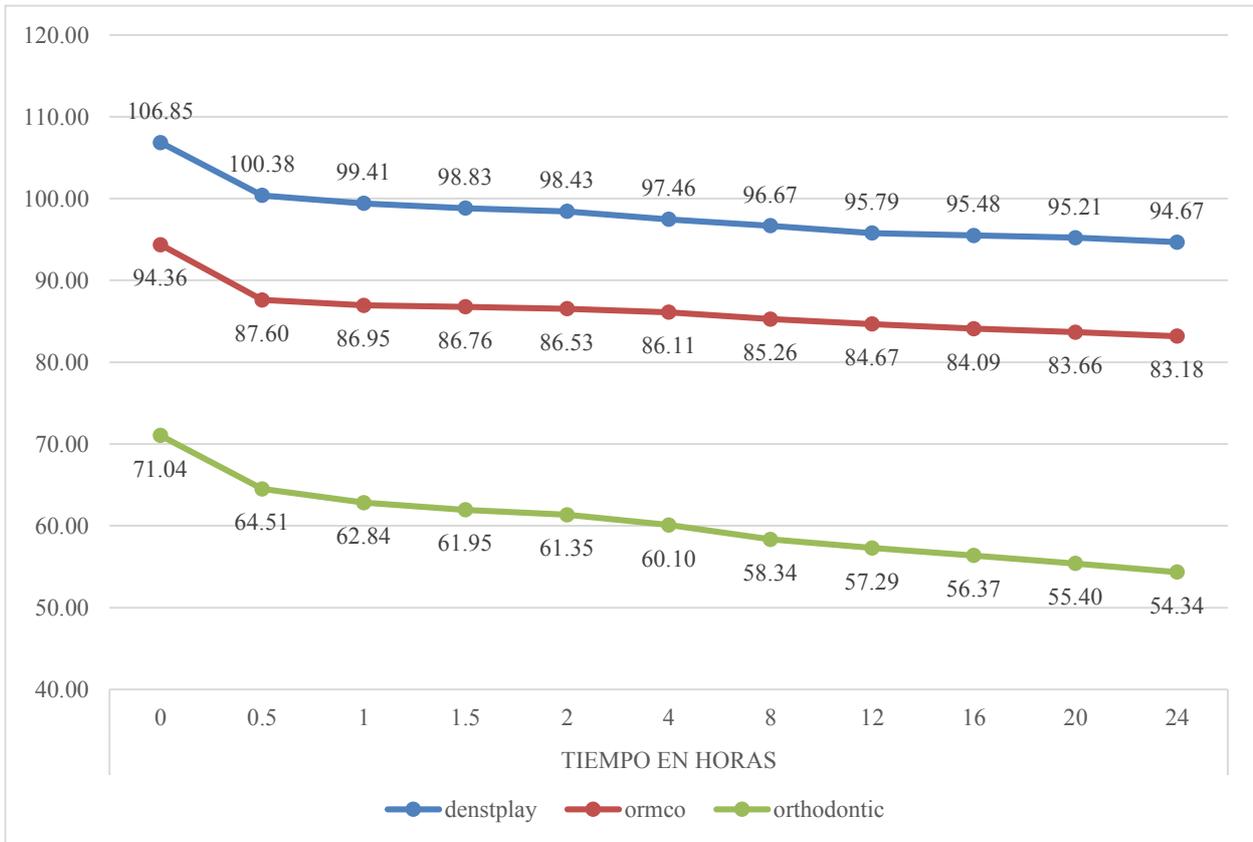


Figura 3

Promedio de degradación de fuerza 3 casas comerciales (11 intervalos de tiempo)



Tabla

3

Comparaciones múltiples y diferencias de medias entre grupos de estudios según periodo de tiempo de 0 a 4 horas con un intervalo de confianza de 95 %

Tiempo en horas	(I) grupos	(J) grupos	DM (I-J)	Sig.*	Límite inferior	Límite superior
0 horas	Dentsplay	Ormco	12,48214*	,000	8,7941	16,1702
		orthodontic	35,80929*	,000	32,1213	39,4973
	Ormco	Dentsplay	-12,48214*	,000	-16,1702	-8,7941
		orthodontic	23,32714*	,000	19,6391	27,0152
	orthodontic	Dentsplay	-35,80929*	,000	-39,4973	-32,1213
		Ormco	-23,32714*	,000	-27,0152	-19,6391
0.5 horas	Dentsplay	Ormco	12,77857*	,000	9,2709	16,2862
		orthodontic	35,86714*	,000	32,3595	39,3748
	Ormco	Dentsplay	-12,77857*	,000	-16,2862	-9,2709
		orthodontic	23,08857*	,000	19,5809	26,5962
	orthodontic	Dentsplay	-35,86714*	,000	-39,3748	-32,3595
		Ormco	-23,08857*	,000	-26,5962	-19,5809
1 hora	Dentsplay	Ormco	12,45714*	,000	8,8910	16,0232
		orthodontic	36,57000*	,000	33,0039	40,1361
	Ormco	Dentsplay	-12,45714*	,000	-16,0232	-8,8910
		orthodontic	24,11286*	,000	20,5468	27,6790
	orthodontic	Dentsplay	-36,57000*	,000	-40,1361	-33,0039
		Ormco	-24,11286*	,000	-27,6790	-20,5468
4 horas	Dentsplay	Ormco	11,35000*	,000	7,3197	15,3803
		orthodontic	37,36286*	,000	33,3326	41,3932
	Ormco	Dentsplay	-11,35000*	,000	-15,3803	-7,3197
		orthodontic	26,01286*	,000	21,9826	30,0432
	orthodontic	Dentsplay	-37,36286*	,000	-41,3932	-33,3326
		Ormco	-26,01286*	,000	-30,0432	-21,9826

Nota. Se observa que los elásticos denstplay presentan mayor diferencia de medias cuando se compara con elásticos ormco y orthodontic GyH ($p=0.000$). Y, los elásticos ormco presentan mayor diferencia sobre los elásticos orthodontic GyH ($p=0.000$).

Tabla 4

Comparaciones múltiples y diferencias de medias entre grupos de estudios según periodo de tiempo de 8 a 24 horas con intervalo de confianza al 95%

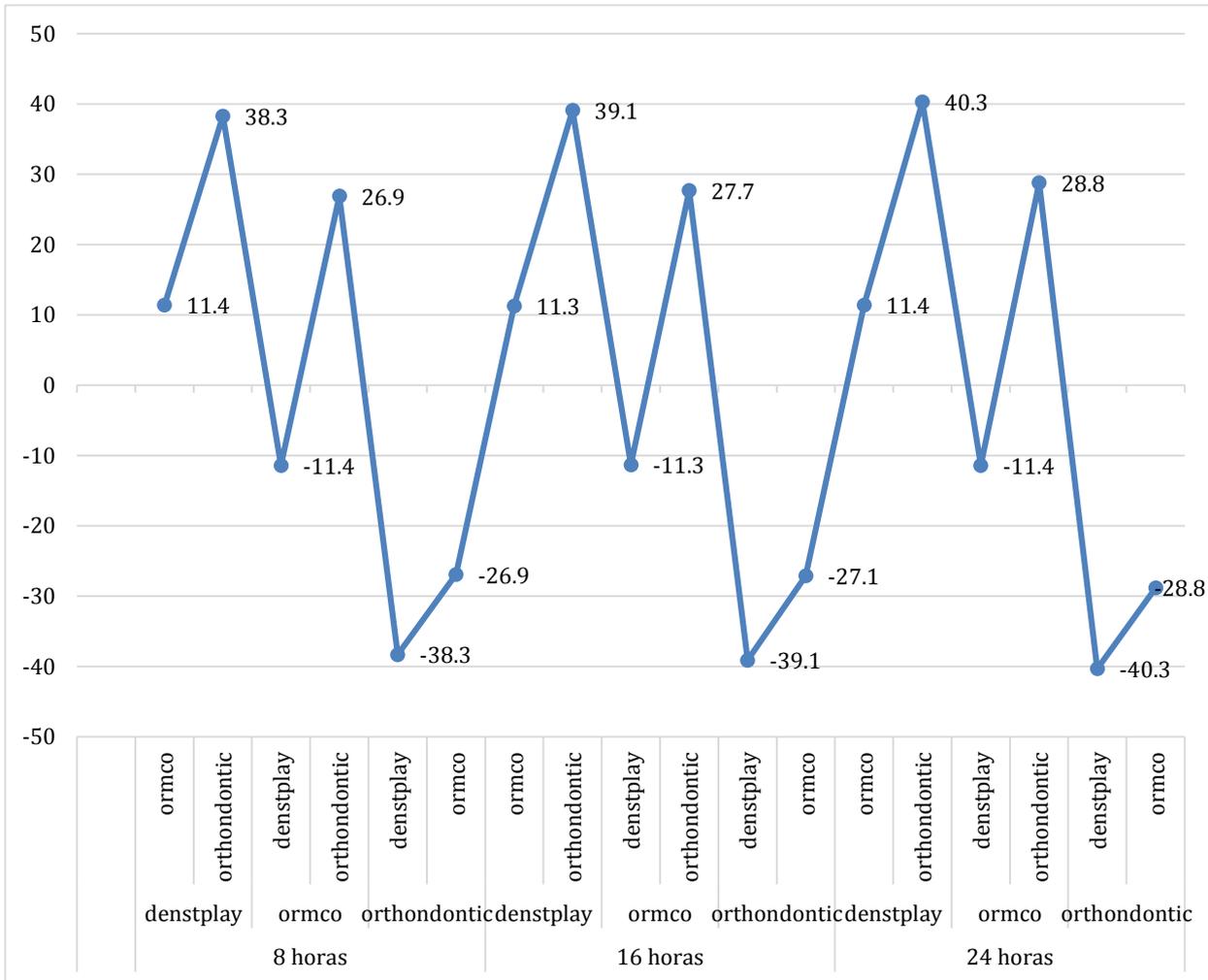
Tiempo en horas	(I) grupos	(J) grupos	Diferencia de medias (I-J)	Sig. *	Límite inferior	Límite superior
8 horas	Denstplay	Ormco	11,40857*	,000	7,0272	15,7899
		Orthodontic	38,32786*	,000	33,9465	42,7092
	Ormco	Denstplay	-11,40857*	,000	-15,7899	-7,0272
		Orthodontic	26,91929*	,000	22,5379	31,3007
	Orthodontic	Denstplay	-38,32786*	,000	-42,7092	-33,9465
		Ormco	-26,91929*	,000	-31,3007	-22,5379
12 horas.	Denstplay	Ormco	11,12643*	,000	6,7342	15,5186
		Orthodontic	38,50214*	,000	34,1100	42,8943
	Ormco	Denstplay	-11,12643*	,000	-15,5186	-6,7342
		Orthodontic	27,37571*	,000	22,9835	31,7679
	Orthodontic	Denstplay	-38,50214*	,000	-42,8943	-34,1100
		Ormco	-27,37571*	,000	-31,7679	-22,9835
20 horas	Denstplay	Ormco	11,54714*	,000	7,2582	15,8361
		Orthodontic	39,80714*	,000	35,5182	44,0961
	Ormco	Denstplay	-11,54714*	,000	-15,8361	-7,2582
		Orthodontic	28,26000*	,000	23,9711	32,5489
	Orthodontic	Denstplay	-39,80714*	,000	-44,0961	-35,5182
		Ormco	-28,26000*	,000	-32,5489	-23,9711
24 horas	Denstplay	Ormco	11,48857*	,000	7,2764	15,7008
		Orthodontic	40,32071*	,000	36,1085	44,5329
	Ormco	Denstplay	-11,48857*	,000	-15,7008	-7,2764
		Orthodontic	28,83214*	,000	24,6199	33,0443
	Orthodontic	Denstplay	-40,32071*	,000	-44,5329	-36,1085
		Ormco	-28,83214*	,000	-33,0443	-24,6199

*Dm: diferencia de medias; *Anova.*

Nota. Se observa que los elásticos denstplay presentan mayor diferencia de medias cuando se compara con elásticos ormco y orthodontic GyH (p=0.000). Y, los elásticos ormco presentan mayor diferencia sobre los elásticos orthodontic GyH (p=0.000).

Figura 5

Diferencia de mitad de la degradación de fuerza de 3 casas comerciales (3 intervalos de tiempo finales)



V. Discusión de resultados

En este estudio, evaluamos la degradación de fuerza en elásticos ortodónticos intermaxilares en dinámica de distintas casas comerciales, en Perú estudios anteriores como el de Fabian, Mendoza y Romero realizaron estas pruebas en estática, en dichos estudios las condiciones fueron controladas a detalle y los resultados también eran reproducibles (Fabian, 2018; Mendoza, 2018; Romero, 2018).

No obstante, en la cavidad bucal, las propiedades de los elásticos ortodónticos intermaxilares se ven alterados por diversos factores, tales como las actividades bucales (hablar, bostezar), el ambiente húmedo, las variaciones de pH, acción enzimática, microbiana, la temperatura, entre otros.

Por esta razón el presente estudio busco reproducir algunos de estos factores (humedad, temperatura, pH 7, actividades bucales, extensión y tiempo de uso de los elásticos), de tal forma que estos factores pudieran ser controlados.

En los resultados de este estudio los elásticos intermaxilares probados no alcanzaron las fuerzas homogéneas en contraste a la fuerza comercializada, pero deberían cumplir con las fuerzas descritas desde un punto de vista clínico. De las 3 marcas, se observó que Dentsplay de látex de ¼ pulg. fuerza media presentó mayor promedio al inicio y final en relación a los otros grupos de estudio (106.8 y 94.6 respectivamente). Estudios anteriores en dinámica con elásticos sin látex de ¼ pulg. fuerza media, encontraron resultados similares.

Kersey et al. (2003b) determino que los elásticos de Dentsplay (Islandia, NY) presentaban niveles de fuerza superiores al inicio y final (159, y 85.06), mientras que los demás estaban por debajo de los niveles de fuerza comercializada Orthodontics GYH y Ortho.

Papanicolaou y Zaoutsos (2019) mencionan que la relajación de la fuerza es el esfuerzo que se desarrolla en un material polimérico viscoelástico con las condiciones de deformación constante, temperatura y humedad disminuyen con el tiempo.

Cabello (2014) indica que cuando un material polimérico se somete a un estado de esfuerzos, a una longitud fija a temperatura constante y la tensión se registra en función del tiempo durante todo el experimento, no es posible ningún movimiento macroscópico del material de prueba. Por lo tanto, la relajación de la tensión solo ocurre a nivel molecular, es decir, a través de relajación molecular y flujo viscoso, internamente el material desarrolla un reajuste o compensación, utilizando como fuerza motriz, el residuo de energía que se le suministro durante la etapa de deformación previa.

En nuestro estudio quienes presentaron mayor degradación fueron los elásticos orthodontic GyH desde 0 horas (71.04) a 24 horas (54.34). Y, las que menos se degradaron fueron las ligas ormco de 94.3 (0 hora) a 83.1 (24 horas). Estos resultados fueron similares a los reportados por Mendoza quien recomienda el uso de elásticos de la marca rmo por ser más estable y presenta menor degradación. La degradación de la fuerza de dentsplay en este estudio fue de 106.85 (0 horas) a 94.67 (24 horas) siendo esta marca la que obtuvo mayores resultados de fuerza estos resultados coincidieron con el encontrado por Kersey y Mendoza donde la marca dentsplay obtiene mayores fuerzas al inicio y final de la prueba (Kersey et al., 2003b; Mendoza, 2018).

La degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares, según su marca, con respecto al tiempo de uso empleado, en nuestro estudio mostro una gran caída de la magnitud de la fuerza durante el periodo de 0 a 1 hora, que fue de un promedio del 7% para los elásticos intermaxilares dentsplay; 8.% para los elásticos intermaxilares ormco y de 9% para los elásticos intermaxilares orthodontics GyH para los siguientes intervalos las diferencia fueron mínimas, esto coincide con los resultados obtenidos por Wang demostrando que la disminución de la fuerza elástica ocurrió en la primera media hora, tanto in vivo como in vitro. A medida que pasaba el tiempo, la degradación se hizo más lenta. Con una pérdida relativamente mucho menor con estirar por períodos más largos (Wang, 2007).

Notarbertho (2017) obtuvo que la mayor diferencia porcentual generada de caída de fuerza ocurrió entre la línea de base y 1 hora (14,60%) para elásticos de látex, durante los siguientes intervalos (1-3 horas; 3-12 horas y 12-24 horas), la diferencia porcentual generada de la caída de la fuerza se produjo de forma más sutil.

Otros estudios refuerzan que la mayor diferencia significativa de la degradación de las fuerzas se da dentro las 5 primeras horas como el de Fernández quien concluye que la degradación de la la fuerza después de 5 horas fue de 15,6% y después de las 24 horas 21,7% (para elásticos de látex $\frac{1}{4}$ fuerza media) observándose menor degradación después de las 5 horas (Fernandez, 2014).

Mendoza (2018) encontró que la mayor degradación de la magnitud de fuerza fue después de haber transcurrido 5 horas con 19.13%, siendo más lento las siguiente horas.

La diferencia de la mayor degradación de fuerzas de 1 a 5 horas podría ser atribuida a la sensibilidad del instrumento que se usó para medir la fuerza, en los estudios donde se encontró que la mayor degradación se da durante la primera hora utilizan como instrumento la Máquina de prueba universal Emic DL 500, mientras que los estudios que encontraron que la mayor degradación se da dentro de las 5 primeras horas utilizan como instrumento el dinamómetro Morelli o Correx 250 gr.

VI. Conclusiones

- Este estudio de acuerdo a los resultados obtenidos evidenció que los elásticos ortodónticos intermaxilares demostraron reducciones progresivas durante todo el tiempo de experimento. Asimismo los elásticos orthodontic GyH presentaron mayor degradación de las fuerzas y, los elásticos denstplay fueron las que presentaron mayor diferencia de medias en relación a las otros elásticos
- Se encontró que los elásticos ortodónticas denstplay presento mayor promedio de degradación de fuerzas a las 0 horas y 24 horas.
- Se encontró mayor degradación en los elásticos orthodontic GyH desde 0 horas a 24 horas. Y, los que menos se degradaron fueron los elásticos ormco a 0 hora y 24 horas.
- Se evidenció que en el periodo de tiempo de 0 a 4 horas, los elásticos denstplay presentan mayor diferencia de medias cuando se compara con elásticos ormco y orthodontic GyH. Y, los elásticos ormco presentan mayor diferencia sobre los elásticos orthodontic GyH.
- Se evidenció que en el periodo de tiempo de 8 a 24 horas, los elásticos denstplay presentan mayor diferencia de medias cuando se compara con elásticos ormco y orthodontic GyH. Y, los elásticos ormco presentan mayor diferencia sobre los elásticos orthodontic GyH.

VII. Recomendaciones

➤ Este estudio proporciona conocimientos en el campo de la especialidad de ortodoncia que permiten al profesional tomar decisiones apropiadas en la selección de elásticos intermaxilares teniendo en cuenta las virtudes de los materiales elegidos en función de brindar un adecuado tratamiento.

➤ Sería de especial interés realizar futuras investigaciones en las que se compruebe y corrobore la información vertida en este estudio acerca de la pérdida de fuerza de las distintas marcas comerciales que aquí fueron analizadas.

➤ Se recomienda realizar estudios posteriores que evalúen la pérdida de fuerza de los elásticos intermaxilares de más marcas comerciales no incluidas en este estudio y que se encuentren disponibles en el mercado odontológico.

➤ Tener en cuenta para próximos análisis estudiar si existe una diferencia estadística significativa entre los diámetros (1/4, 1/8, 3/16).

➤ A la vez se sugieren realizar investigaciones sobre cómo influyen otros factores (temperatura, enzimas de la cavidad oral, solventes y otros que puedan afectar la fuerza de los elásticos ortodónticos).

VIII. Referencias

- Ajami, S., Farjood, A. y Zare, M. (2017). Synergic effect of salivary pH baselines and low pH intakes on the force relaxation of orthodontic latex elastics. *Dental Research Journal*, 14(1), 68-72.
<https://doi.org/10.4103/1735-3327.201129>
- Alena, J. y Jaroslav, V. (2002). *Building materials 10: Materials and testing methods* (Vyd. 1.). Vydavatelství ČVUT.
https://books.google.com.pe/books/about/Building_Materials_10.html?id=wxKmAAACA AJ&redir_esc=y
- Cabello, S. (2014). Relajación de esfuerzos: Definición, mecanismos de actuación y modelos matemáticos aplicables (Parte I). *Revista INGENIERÍA UC*, 21(1), 16-22.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732642003>
- Carpenter, G. H. (2013). The secretion, components, and properties of saliva. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4, 267-276.
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-030212-182700>
- Cedillo Chica, F. P. (2013). *Comparación de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el postgrado de Ortodoncia de la Universidad de Cuenca periodo 2012 – 2013* [Tesis de postgrado, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23384>
- Chamilco Gamarra, A. S. (2013). *Variación del PH y flujo salival durante el periodo gestacional en embarazadas de un servicio asistencial público* [Tesis de pregrado,

Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3372>

Fabiàn Sánchez, A. C. (2018). *Evaluación de fuerzas de tracción de elásticos Intermaxilares ortodónticos en diferentes niveles de ph, Medidos con dinamómetro* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal].
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2029>

Farfan Rodriguez, M. L. (2014). *Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3606>

Fernandes, D. J., Abrahão, G. M., Elias, C. N. y Mendes, A. M. (2011). Force relaxation characteristics of medium force orthodontic latex elastics: A pilot study. *ISRN Dentistry*, 2011, 536089.
<https://doi.org/10.5402/2011/536089>

Fernández Palomino, M. T. (2014). Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia: Estudio in vitro. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3815>

Kamisetty, S. K., Nimagadda, C., Begam, M. P., Nalamotu, R. y Srivastav, T. (2014). Elasticity in Elastics-An in-vitro study. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 6(2), 96-105.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24876709/>

Kersey, M. L., Glover, K. E., Heo, G., Raboud, D. y Major, P. W. (2003a). A comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *The Angle*

Orthodontist, 73(2), 181-186. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)73<181:ACODAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)73<181:ACODAS>2.0.CO;2)

Kersey, M. L., Glover, K., Heo, G., Raboud, D. y Major, P. W. (2003b). An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 123(4), 401-407. <https://doi.org/10.1067/mod.2003.22>

Lacerda Dos Santos, R., Pithon, M. M. y Romanos, M. T. V. (2012). The influence of pH levels on mechanical and biological properties of nonlatex and latex elastics. *The Angle Orthodontist*, 82(4), 709-714. <https://doi.org/10.2319/082811-552.1>

Langlade, M. (2000). *Optimización de Elásticos Ortodóncicos* | *booksmedicos*. GAC International. <https://booksmedicos.org/odontologia-optimizacion-de-elasticos-ortodoncicos/>

Laura Apaza, A. (2017). *Degradación de la magnitud de la fuerza de ligas intermaxilares ortodóncicas 1/8 de fuerza mediana según tiempo de uso Juliaca 2017*. [Tesis de pregrado, Alas Peruanas]. <https://docplayer.es/87992794-Universidad-alas-peruanas-facultad-de-medicina-humana-y-ciencias-de-la-salud-escuela-profesional-de-estomatologia.html>

Liu, C. C., Wataha, J. C. y Craig, R. G. (1993). The effect of repeated stretching on the force decay and compliance of vulcanized cis-polyisoprene orthodontic elastics. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 9(1), 37-40. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(93\)90103-w](https://doi.org/10.1016/0109-5641(93)90103-w)

- Mendoza Guerrero, C. C. (2018). *Degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: Estudio in vitro* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9527>
- Moris, A., Sato, K., Luca Facholi, A. F., Nascimento, J. E. y Loureiro Sato, F. R. (2009). SciELO - Brasil—Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas. *Dent. Press Ortodon. Ortop. Facia*, 14(2), 12. <https://doi.org/10.1590/S1415-54192009000200012>
- Notaroberto, D. F. de C., Martins, M. M. e, Goldner, M. T. de A., Mendes, A. de M. y Quintão, C. C. A. (2018). Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: In vivo study. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(6), 42-47. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.042-047.oar>
- Ortega Cornejo, S. A. (2015). *Estudio in vitro comparativo de la pérdida de fuerza de cadenas elásticas cerradas de cinco marcas comerciales sometidas a fuerza de tracción que se encuentran inmersas en un medio salival artificial* [Tesis de postgrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4569>
- Papanicolaou, G. C. y Zaoutsos, S. P. (2019). 1—Viscoelastic constitutive modeling of creep and stress relaxation in polymers and polymer matrix composites. En R. M. Guedes (Ed.), *Creep and Fatigue in Polymer Matrix Composites (Second Edition)* (pp. 3-59). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102601-4.00001-1>

- Pithon, M. M., Mendes, J. L., da Silva, C. A., Lacerda Dos Santos, R. y Coqueiro, R. da S. (2016). Force decay of latex and non-latex intermaxillary elastics: A clinical study. *European Journal of Orthodontics*, 38(1), 39-43. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv005>
- Qodcieh, S. M. A., Al-Khateeb, S. N., Jaradat, Z. W. y Abu Alhaija, E. S. J. (2017). Force degradation of orthodontic latex elastics: An in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 151(3), 507-512. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.08.023>
- Rodriguez, E. y Casasa, R. (2005). *Ortodoncia contemporánea diagnóstico y tratamiento*. AMOLCA. <https://books.google.com.ec/books?id=dOPaAAAACAAJ>
- Romero Cieza, B. M. (2019). *Efecto del tiempo de exposición a la saliva artificial en la magnitud de la fuerza de elásticos intermaxilares estudio in vitro* [Tesis de pregrado, Universidad Inca Garcilazo De La Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3846>
- Sauget, P. S., Stewart, K. T. y Katona, T. R. (2011). The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. *The Angle Orthodontist*, 81(6), 1070-1074. <https://doi.org/10.2319/011811-34.1>
- Uribe, G. A. (2004). *Ortodoncia. Teoría y Clínica*. Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Wang, T., Zhou, G., Tan, X. y Dong, Y. (2007). Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *The Angle Orthodontist*, 77(4), 688-693. <https://doi.org/10.2319/022306-76>

Anexo B: Ensayo de contrastación (verificación de instrumento)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Mecánica N° 4
INFORME TECNICO
Lb4 - 148 - 2021
ENSAYO DE CONTRASTACION A MAQUINA PARA LIGAS DENTALES

* SOLICITANTE : ERIKA SANDRA TENORIO NUÑEZ
 * REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 106973
 * FECHA : Lima, 27 de abril de 2021

1.	ANTECEDENTES	Se recibió una (01) máquina para ligas dentales, con la finalidad de realizar lo siguiente: * Contrastación a máquina																																																		
2.	DE LA MUESTRA	Se identificó según el cliente, como: Una (01) máquina para ligas dentales, de características: * Modelo : S-250-12 * Capacidad : 1000 g * Rango : (0 - 1000) g * Aproximación : 0.01 g * Célula Peltier : Código TEC1-12706																																																		
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	* Termómetro infrarojo, Fluke * Pesas patrón 5, 10, 20, 50, 200, 501																																																		
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	* T. : 24 °C * H.R. : 73 %																																																		
5.	RESULTADOS	<p>* La célula Peltier mantiene el recipiente con Buffer pH 7.00, Solución a una temperatura de 38-40°C.</p> <p>5.1 Contrastación</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Celda N° 1</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Pesas patrón g</th> <th>Lectura en el instrumento g</th> <th>Diferencia de Lecturas g</th> <th>% Error ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10.00</td> <td>9.98</td> <td>-0.02</td> <td>-0.20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20.00</td> <td>19.98</td> <td>-0.02</td> <td>-0.10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>50.00</td> <td>49.96</td> <td>-0.04</td> <td>-0.08</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>200.00</td> <td>199.84</td> <td>-0.16</td> <td>-0.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>500.00</td> <td>499.60</td> <td>-0.40</td> <td>-0.08</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROM.</td> <td>-0.09</td> </tr> <tr> <td colspan="4">D.S.</td> <td>0.064</td> </tr> </tbody> </table>	Celda N° 1					N°	Pesas patrón g	Lectura en el instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ	1	5.00	5.00	0.00	0.00	2	10.00	9.98	-0.02	-0.20	3	20.00	19.98	-0.02	-0.10	4	50.00	49.96	-0.04	-0.08	5	200.00	199.84	-0.16	-0.08	6	500.00	499.60	-0.40	-0.08	PROM.				-0.09	D.S.				0.064
Celda N° 1																																																				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ																																																
1	5.00	5.00	0.00	0.00																																																
2	10.00	9.98	-0.02	-0.20																																																
3	20.00	19.98	-0.02	-0.10																																																
4	50.00	49.96	-0.04	-0.08																																																
5	200.00	199.84	-0.16	-0.08																																																
6	500.00	499.60	-0.40	-0.08																																																
PROM.				-0.09																																																
D.S.				0.064																																																





Celda N° 2				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	4.99	-0.01	-0.20
2	10.00	9.99	-0.01	-0.10
3	20.00	20.00	0.00	0.00
4	50.00	50.03	0.03	0.06
5	200.00	200.08	0.08	0.04
6	500.00	500.28	0.28	0.06
PROM.				-0.02
D.S.				0.105

Celda N° 3				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	5.05	0.05	1.00
2	10.00	10.05	0.05	0.50
3	20.00	20.11	0.11	0.55
4	50.00	50.05	0.05	0.10
5	200.00	200.43	0.43	0.22
6	500.00	500.80	0.80	0.16
PROM.				0.42
D.S.				0.338

Celda N° 4				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	4.95	-0.05	-1.00
2	10.00	9.99	-0.01	-0.10
3	20.00	19.64	-0.36	-1.80
4	50.00	49.55	-0.45	-0.90
5	200.00	199.74	-0.26	-0.13
6	500.00	499.12	-0.88	-0.18
PROM.				-0.68
D.S.				0.678

Celda N° 5				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	4.97	-0.03	-0.60
2	10.00	9.99	-0.01	-0.10
3	20.00	20.02	0.02	0.10
4	50.00	50.03	0.03	0.06
5	200.00	199.85	-0.15	-0.08
6	500.00	499.66	-0.34	-0.07
PROM.				-0.11
D.S.				0.251



Celda N° 6				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	5.02	0.02	0.40
2	10.00	10.01	0.01	0.10
3	20.00	20.02	0.02	0.10
4	50.00	50.97	0.97	1.94
5	200.00	200.02	0.02	0.01
6	500.00	499.06	-0.94	-0.19
PROM.				0.39
D.S.				0.781

Celda N° 7				
N°	Pesas patrón g	Lectura en el Instrumento g	Diferencia de Lecturas g	% Error ξ
1	5.00	5.03	0.03	0.60
2	10.00	10.01	0.01	0.10
3	20.00	20.00	0.00	0.00
4	50.00	49.96	-0.04	-0.08
5	200.00	199.87	-0.13	-0.06
6	500.00	499.56	-0.44	-0.09
PROM.				0.08
D.S.				0.265

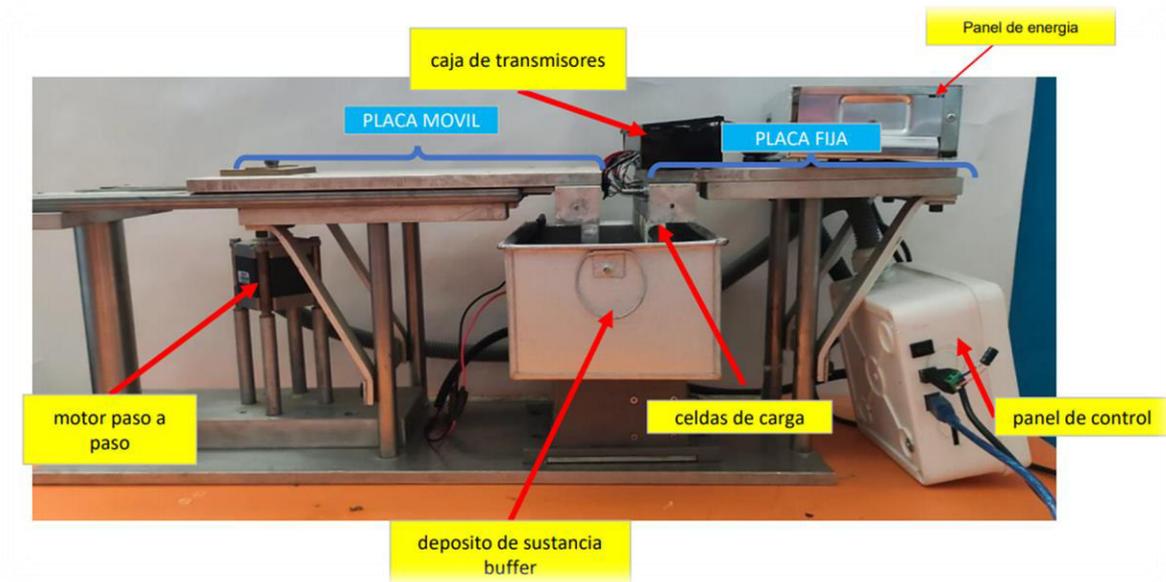
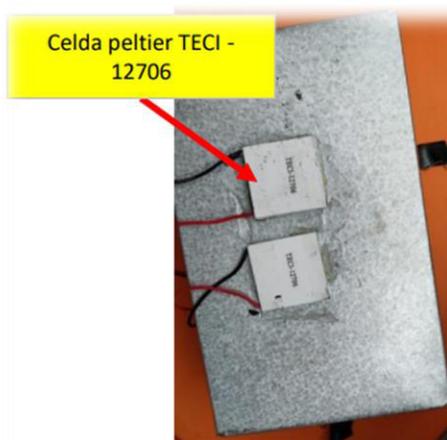
* La validez de la contrastación es de 6 meses, después de la fecha indicada en el Informe Técnico.

* Código de autenticación: CCCIV LIXCDLIX CLVI CXLVIII TAPI IBAN

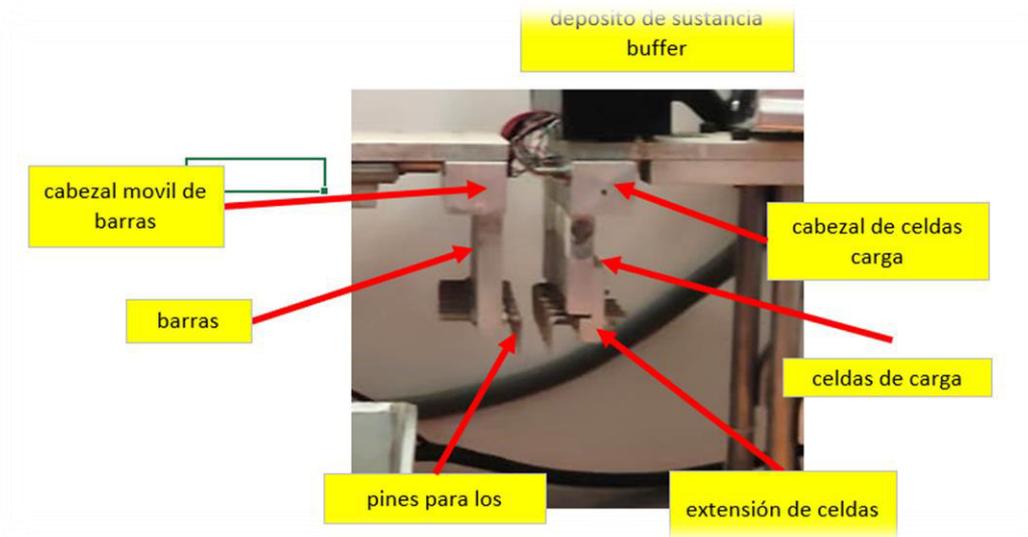


Winston Aceijas Fajares
MSC. ING. WINSTON ACEIJAS FAJARES
CIP: 34882
 Jefe del Laboratorio de Mecánica - Lab. N° 4

Anexo C: Imágenes y procedimientos

Máquina de ensayo (modelo S-250-12)**Celdas peltier (a), sensor de temperatura (b)**

Celdas de carga 1 Kg. lado derecho.



Vernier electro digital en 0(a); vernier electro digital distancia de 19.05 mm, dientes en oclusión (b); vernier electro digital distancia 24.7 (c).



Elásticos ortodónticos intermaxilares.



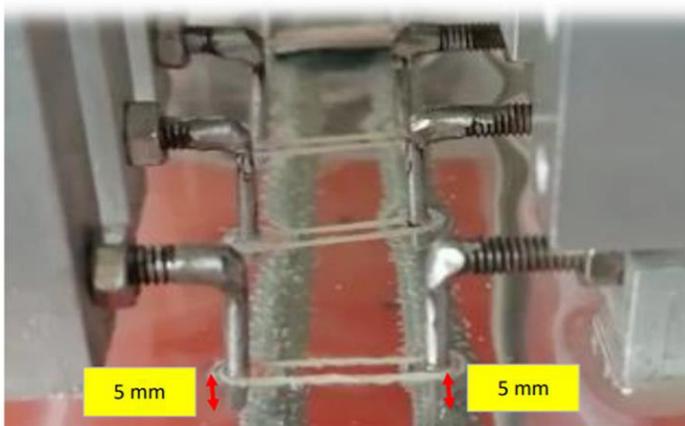
Solución buffer pH 7.



Elásticos ortodónticos intermaxilares ¼ fuerza media Marca Dentsply.



Errores de colocación de los elásticos ortodónticos intermaxilares.



evitar o dobleces
arrugas en ligas



pinza