



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EFFECTOS EN EL ARCO MANDIBULAR AL  
TRATAR UNA CURVA DE SPEE DE 2 A 5mm  
CON DOS PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS  
DIFERENTES. ESTUDIO IN VITRO. LIMA-PERÚ.  
2018.**

Tesis para optar el título de:

Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

**C.D Mariela Alejandra Ortega Cordero**

Lima-Perú

2018

**ASESOR**

Dr. Mg. Esp. Abraham Meneses López

Departamento Académico del Niño y el Adolescente

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres por su apoyo constante; y a mi abuelo Ricardo mi angelito que está en el cielo y nunca perdió la fe en mi.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los efectos producidos en el arco mandibular y el grado de corrección de la profundidad de la curva de Spee durante la nivelación de una curva de Spee entre 2 a 5 mm de profundidad al utilizar dos procedimientos mecánicos diferentes (arco de curva reversa y arco de intrusión de Burstone).

**Métodos:** El presente fue un estudio experimental in vitro realizado en una muestra de 32 typodonts ortodónticos metálicos, los cuales se dividieron aleatoriamente en 2 grupos de acuerdo a la mecánica utilizada (arco de curva reversa o arco de intrusión de Burstone); posteriormente cada uno de los grupos se dividió en 4 subgrupos de acuerdo a las diferentes profundidades estudiadas (2,3,4 y 5mm). Luego a ello se procedió a tomar las medidas iniciales (T1) de 5 características en relación al arco mandibular (Proinclinación incisiva, perímetro de arco, longitud de arco, ancho intercanino y ancho intermolar); luego se instaló la aparatología correspondiente y se colocó en una cuba de agua caliente a 50°C durante 3 minutos ; enfriándolo después en un recipiente de agua tibia a 25°C; luego de ello se tomaron las medidas intermedias (T2) con excepción de la proinclinación incisiva y se volvieron a colocar los typodonts a 50°C durante 6 minutos para posteriormente tomar las medidas finales (T3). Por último se recolectaron los datos y se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes: Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk para determinar la normalidad y t de Student para realizar las comparaciones entre los grupos de estudio.

**Resultados:** Se observó que al utilizar ambas mecánicas, el principal efecto que se produce es un aumento significativo en la proinclinación incisiva; siendo este significativamente mayor al usar el arco de curva reversa y al nivelar la curva de mayor profundidad (5mm), seguido de aumentos similares tanto en el perímetro como longitud de arco. En relación al ancho intercanino, al usar el arco de intrusión de Burstone no se observaron cambios, pero al usar el arco de curva reversa se observó un ligero aumento. En relación al ancho intermolar con el arco de intrusión de Burstone se observó una ligera disminución, contrario al usar el arco de curva reversa donde hubo un aumento ligero. Finalmente en relación a la corrección de la profundidad; ambas mecánicas resultaron ser eficientes; obteniendo una mayor corrección con el arco de curva reversa.

**Conclusiones:** Al nivelar la curva de Spee de distintas profundidades utilizando las dos mecánicas antes mencionadas existen diferencias en los efectos producidos en la arcada mandibular; sin embargo ambas son útiles para la nivelación.

**PALABRAS CLAVE:** Curva de Spee – Nivelación – Efectos – Arco dental – Arco mandibular.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effects produced in the mandibular arch and the degree of correction of the depth of the Spee curve during the leveling of a Spee curve between 2 to 5 mm in depth when using two different mechanical procedures (Reverse Curve Arch and Arch of Burstone's intrusion).

**Methods:** The present was an in vitro experimental study performed on a sample of 32 metallic orthodontic typodonts, which were randomly divided into 2 groups according to the mechanics used (reverse curve arch or Burstone intrusion arch); subsequently, each of the groups was divided into 4 subgroups according to the different depths studied (2,3,4 and 5mm). Then we proceeded to take the initial measurements (T1) of 5 characteristics in relation to the mandibular arch (Incisive Proinclination, arch perimeter, arch length, intercanine width and intermolar width); then the corresponding apparatus was installed and placed in a hot water tank at 50 °C for 3 minutes; then cooling it in a container of warm water at 25 °C; after that, the intermediate measures (T2) were taken with the exception of the incisive proclination and the typodonts were replaced at 50 °C for 6 minutes to subsequently take the final measurements (T3). Finally, the data were collected and the corresponding statistical tests were performed: Kolmogorov Smirnov and Shapiro Wilk to determine the normality and Student t to make the comparisons between the study groups.

**Results:** It was observed that when using both mechanics, the main effect that occurs is a significant increase in incisive proclination; this being significantly greater when using the arch of the reverse curve and when leveling the curve of greater depth (5mm), followed by similar increases in both the perimeter and arch length. In relation to the intercanine width, when using the Burstone intrusion arch no changes were observed, but when using the arch of the reverse curve a slight increase was observed. In relation to the intermolar width with Burstone's intrusion arch, a slight decrease was observed, when using the arch of the reverse curve where there was slight increase. Finally in relation to the correction of the depth; both mechanics turned out to be effective; obtaining a greater correction with the reverse curve arch.

**KEYWORDS:** Curve of Spee - Leveling - Effects – Dental arch – Mandibular arch.

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

**Rx:** Radiografías

**CR:** Arco de curva reversa

**AI:** Arco de intrusión de Burstone

**Gr:** Gramos

**EIM:** Elásticos Intermaxilares

**Mm:** Milímetros

**Div:** División

**AFAI:** Altura facial ántero-inferior

**Níti:** Níquel Titanio

**TMA:** Aleación de Titanio-Molibdeno

**°C:** Grados centígrados

**”:** Pulgadas

**L4:** Primer premolar inferior

**L6:** Primer molar inferior

**MP:** Plano mandibular

**IMPA:** Ángulo formado entre el incisivo inferior y el plano mandibular

**Cm:** Centímetros

**ISO:** International Standars Organization (Sensibilidad)

**F:** Apertura del diafragma

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	2
II.1. Planteamiento del problema	2
II.2. Justificación	2
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	4
<b>IV. OBJETIVOS</b>	20
V.1. Objetivo general	20
V.2. Objetivos específicos	20
<b>V. HIPÓTESIS</b>	20
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	20
VI.1. Diseño del estudio	20
VI.2. Muestra	21
VI.3. Unidad de muestreo	21
VI.4. Criterios de selección	22
VI.4.1. Criterios de inclusión	22
VI.4.2. Criterios de exclusión	22
VI.5. Variables	22
VI.6. Técnicas y procedimientos	25
VI.7. Plan de análisis	32
VI.8. Consideraciones éticas	32
<b>VII. RESULTADOS</b>	34
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	43
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	50
<b>X. RECOMENDACIONES</b>	50
<b>XI. REFERENCIAS</b>	51
<b>ANEXOS</b>	

## **I. INTRODUCCIÓN**

La curva de Spee se define como la curvatura del plano de oclusión que pasa a través de los bordes incisales mandibulares, cúspides bucales de premolares y molares, terminando en la superficie anterior de la rama mandibular; ésta curva idealmente debería ser plana o ligeramente cóncava, ya que esta característica favorece la presencia de un plano de oclusión adecuado que promueve la funcionalidad de la guía anterior sin interferencias en otros sectores; así también como una correcta desoclusión de los segmentos posteriores durante los movimientos bordeantes de la mandíbula, es decir nos permite llegar a una oclusión óptima desde un aspecto estático y dinámico.

Sin embargo con mucha frecuencia encontramos pacientes que acuden por tratamiento ortodóntico, los cuales presentan una curva de Spee profunda, la cual representa un problema para todos los ortodoncistas, ya que no permite llegar a una oclusión óptima y funcional; y es por ello la importancia de su corrección. Así también porque la presencia de una curva de Spee adecuada brindará resistencia ante las fuerzas masticatorias y es indispensable para lograr la estabilidad del arco dental. Sin embargo al momento de nivelar dicha curva pueden ocurrir algunos efectos a nivel de la arcada, tales como inclinaciones dentarias o consumo de espacio.

Es por ello que el propósito del presente trabajo de investigación fue determinar cuáles son los principales efectos producidos en la arcada mandibular durante el procedimiento de nivelación de la curva de Spee de diferentes profundidades al aplicar dos procedimientos mecánicos comúnmente utilizados; y evaluar si existen diferencias entre ambas mecánicas.



## **II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **II.1 Planteamiento del problema:**

Actualmente, un significativo número de pacientes que acuden a la consulta por tratamiento ortodóntico, son diagnosticados con una curva de Spee profunda, la cual no nos permite obtener una oclusión estable y armónica a largo plazo, así también, interfiere en una correcta función de la guía anterior, creando interferencias y agravando de esta manera la maloclusión; alejándonos así de una oclusión mutuamente protegida, por lo tanto es importante la corrección de la curva de Spee, para la cual existen diferentes procedimientos mecánicos; sin embargo al intentar nivelarla suelen observarse distintos efectos a nivel de la arcada mandibular, lo cual puede traducirse en consumo de espacio o en otros efectos muchas veces indeseados. Siendo imprescindible el conocimiento de la existencia o no de dichos efectos producidos al nivelar la curva de Spee, así como la cantidad de espacio necesario para la corrección de la misma de acuerdo a las diferentes profundidades encontradas clínicamente.

Es por ello la importancia de este estudio in vitro, cuyo objetivo es responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles serán los efectos en el arco mandibular al nivelar la curva de Spee de diferente profundidad con 2 procedimientos mecánicos distintos?.

### **II.2 Justificación:**

El presente estudio se justifica debido a que aportará conocimientos teóricos importantes a todos los profesionales de odontología, sobre todo a aquellos pertenecientes al área de ortodoncia; ya que si bien se han realizado diversos estudios acerca de la curva de Spee, sobre todo en relación a su medición y asociación con diferentes maloclusiones; se requiere de un estudio validado y específico enfocado directamente a si se producen o no efectos en el arco mandibular durante la nivelación de la misma; sobre todo en relación a la inclinación dental y consumo de perímetro y/o longitud de arco.

Así también se aportará conocimiento en la biomecánica ortodóntica, ya que se comparará los efectos producidos al utilizar dos mecánicas diferentes que se usan comúnmente en la práctica clínica: Arco de intrusión de Burstone y Arco de Curva

Reversa; considerando las características, ventajas y desventajas de cada una de ellas así como su utilización.

Se destaca también la indudable contribución clínica del presente estudio, debido a que en ortodoncia, uno de los principales objetivos de tratamiento es la nivelación de la curva de Spee para obtener una oclusión óptima, ya que está relacionada con movimientos bordeantes adecuados, así como con el overbite, estabilidad y éxito del tratamiento. Es por ello la importancia del clínico de escoger la mecánica adecuada para la nivelación de la misma; considerando el funcionamiento de cada una de ellas, así como sus efectos ya sea en mayor o menor cantidad y observar si éstos son favorables o no de acuerdo a cada caso en particular; considerando también la cantidad de espacio requerido para la corrección de una curva de Spee de diferentes profundidades.

Finalmente se menciona la viabilidad del presente trabajo, al ser un estudio experimental in vitro, donde se tiene un mayor control de las variables; contando también con los recursos humanos y económicos necesarios para la realización del mismo.

### III. MARCO TEÓRICO

#### III.1 Antecedentes de la investigación

Anteriormente se han realizado diversos estudios acerca de los efectos producidos al nivelar la curva de Spee o el plano de oclusión, usando diferentes mecánicas; así también algunos autores han investigado acerca del espacio requerido, o los cambios tanto en longitud o perímetro de arco en razón a la alineación o expansión de la arcada observando diferentes características; así como la relación existente entre las diferentes mediciones a nivel de la arcada mandibular tal como se menciona a continuación:

Germane y col.<sup>1</sup> en 1991 realizaron un estudio en un modelo matemático con el objetivo de comparar los efectos de varios tipos de expansión o cambios en el arco (ancho intercanino, ancho intermolar e inclinación incisiva) sobre el perímetro de arco mandibular. Para ello modelaron un arco por medio de una guía y realizaron mediciones iniciales. Posteriormente realizaron incrementos a nivel de ancho intercanino, ancho intermolar e inclinación incisiva hasta llegar a los 5mm y midieron los cambios a nivel del perímetro de arco. Los autores observaron que el aumentar la longitud de arco por avance de incisivos fue 4 veces más eficaz en el aumento de perímetro de arco que la expansión molar; la expansión canina tuvo un efecto intermedio. Los autores concluyeron que la inclinación incisiva no sólo aumenta la longitud de arco sino también el perímetro del mismo de manera considerable.

Clifford y col.<sup>2</sup> en 1999 realizaron un estudio in vitro en un modelo fotoelástico dinámico con el objetivo de evaluar efectos y movimientos dentales así como la distribución de tensión producida al aumentar la curva inversa de Spee en un arco de acero inoxidable de 0,018x0,025". Para ello usaron un arco plano y 5 profundidades de arco (1,2,3,4 y 5mm). Los cambios en longitud de arco se calcularon entre marcadores de amalgama colocados entre oclusal de segundos molares y el borde incisal de incisivos centrales; el ancho intercanino se midió entre las cúspides caninas y el ancho intermolar a través del surco central de primeros molares. Las mediciones se realizaron en 6 ocasiones: antes de introducir el arco, después de ligarlo, y en 1,2,3 y 9 horas.

Los resultados revelaron que la longitud de arco aumentó ligeramente: una curva inversa de 1 mm aumentaba la longitud en 1,6mm; pero al aumentar la curva a 5mm, no aumentaba más la longitud. En relación al ancho intercanino sólo se observaron cambios muy pequeños que van de un aumento de 0,2mm a una reducción de

0,9mm; de igual manera los cambios a nivel del ancho intermolar no fueron significativos. En relación a movimientos verticales observaron intrusión de caninos, incisivos y segundos molares y extrusión de premolares y primeros molares.

Preston y col.<sup>3</sup> en el 2008 realizaron un estudio en pacientes con maloclusión Clase II Div. 1 tratados sin extracciones, donde compararon la estabilidad y los efectos a nivel ocluso-mandibular al nivelar la curva de Spee con 2 mecánicas diferentes: arco continuo mediante un arco de Alexander (similar a curva reversa) y la mecánica de arco seccional de Bench. Para ello evaluaron los modelos dentales en 3 tiempos: 2 meses antes del tratamiento (T1), dos meses después (T2) y después de la retención (T3). Los autores observaron que ambas mecánicas fueron eficaces para nivelar la curva de Spee; logrando el arco continuo una nivelación del 71% de los pacientes; mientras que la otra mecánica un 69%. En relación a la estabilidad, ambas mecánicas tuvieron una ligera recaída clínicamente no significativa; siendo mayor en pacientes donde no se logró una nivelación del 100%. En relación al ancho intercanino, en 24 pacientes del grupo de arco continuo se observó un aumento en T2, con un valor medio de 1,36mm; mostrando ligera reducción en T3. Así también en 9 pacientes del otro grupo se observó un aumento en T2 con un valor medio de 0,90mm y un ligero aumento de T2 a T3. Finalmente los autores concluyeron que ambas mecánicas fueron eficientes para nivelar la curva de Spee.

Sifakakis y col.<sup>4</sup> en el 2009 realizaron un estudio en modelos dentales con el objetivo de comparar las fuerzas de intrusión y el torque vestibulolingual de incisivos usando diferentes mecánicas de intrusión: arco utilitario en Elgiloy azul 0,016x0,016" sin tratamiento térmico, arco utilitario en TMA 0,017x0,025" y arco de intrusión de Burstone en TMA 0,017x0,025" el cual fue ligado en una sección de arco a nivel incisal. Para la evaluación se realizó una intrusión de 1.5mm. Los resultados mostraron fuerzas intrusivas medias para los arcos utilitarios entre 1.33 y 1.71N; siendo ligeramente mayor al usar el arco de Elgiloy azul. El arco de intrusión de Burstone registró una fuerza media entre 0.99 y 1.25N. Así también al evaluar el torque vestibulolingual; éste fue menor al usar el arco de intrusión de Burstone. Por lo tanto los autores concluyeron que al usar el arco de intrusión de Burstone se obtuvo menor fuerza de intrusión e inclinación incisiva debido al coeficiente carga-deflexión del TMA, además de la incorporación de loops y el hecho que el arco no se ligó directamente en el slot de los brackets anteriores.

Pandis y col.<sup>5</sup> en el 2010 realizaron un estudio prospectivo en 50 pacientes de 10 a 18 años de edad tratados sin extracciones, donde evaluaron los efectos de la

nivelación de la curva de Spee sobre la proinclinación de incisivos y el ancho del arco mandibular (ancho intercanino e intermolar) al usar un arco continuo. Para ello, midieron la profundidad de la curva de Spee en fotografías estandarizadas de modelos dentales usando segundos molares e incisivos como referencia; el ancho intercanino e intermolar fueron medidos usando las cúspides caninas y surcos centrales de molares inferiores como referencia; mientras que la inclinación incisiva se midió por medio de Rx cefalométricas. Los autores observaron que la inclinación incisiva y el ancho intercanino e intermolar aumentaron; mencionando que el aplanamiento de la curva se logró principalmente por medio de extrusión premolar e inclinación incisiva; con un cambio no significativo en el ancho de arco. Ellos observaron que para 1 mm de nivelación, los incisivos se inclinaron 4 grados aproximadamente.

Ahmed y Nazir <sup>6</sup> en el 2011 en su artículo mencionan la diferencia entre arco continuo (curva reversa) y el arco seccional para nivelar la curva de Spee y corregir la sobremordida. Ellos mencionan que uno de los principales efectos del arco de curva reversa es la proinclinación de los incisivos. Por lo tanto recomiendan el uso de dicho arco ya que éste corrige la curva de Spee no sólo por intrusión del segmento anterior, sino también por inclinación anterior y extrusión de premolares; lo cual daría como resultado un plano oclusal más estable y una mayor corrección de la curva de Spee; sobre todo en aquellas de mayor profundidad.

Rizvi y col.<sup>7</sup> en el 2013 realizaron un estudio descriptivo en 31 pacientes de 10 a 16 años de edad con maloclusión Clase II Div.1 con el fin de determinar los cambios esqueléticos y dentales producidos después de nivelar la curva de Spee con un arco continuo; usando un arco de curva reversa de acero inoxidable de 0,018" durante 6 meses. Para ello se evaluaron los cambios a nivel de premolares (L4-MP), molares (L6-MP), overjet, sobremordida, así como protrusión e inclinación incisiva (IMPA); tomando las medidas a partir de Rx cefalométricas antes y después del tratamiento. Los resultados mostraron cambios significativos a nivel de premolares mediante la extrusión de los mismos; así también como protrusión ( $2.38 \pm 1.99$  mm) e inclinación de los incisivos ( $9.87 \pm 19.17^\circ$ ), con la consecuente reducción del overbite y overjet. Los autores concluyeron que el arco de curva reversa es una mecánica eficaz para nivelar la curva de Spee en pacientes con maloclusión Clase II Div.1 tratados sin extracciones.

Goel y col.<sup>8</sup> en el 2014 realizaron un estudio en pacientes con edades entre 14 y 15 años que presentaban mordida profunda, con el fin de evaluar la tasa de intrusión y

reabsorción radicular de incisivos superiores usando 3 mecánicas distintas: arco utilitario de Ricketts, arco de intrusión y retracción de Kalras (ambos en TMA 0,017X0,025") y arco de curva reversa en Niti 0,016x0,022". Para ello se realizaron 7 mediciones cefalométricas angulares y 6 lineales evaluando cambios esqueléticos y dentales. Los resultados mostraron que la verdadera intrusión lograda con el arco utilitario fue mayor con un valor medio de 1.6mm, seguido del arco de Kalras con 1.25 mm y finalmente la curva reversa con 0.70 mm. En relación a la reabsorción radicular el arco utilitario tuvo un valor medio de 1.56 mm, seguido del arco de Kalras con 1.08mm y finalmente el arco de curva reversa con 0,96mm. Por lo tanto, los autores concluyeron que tanto la velocidad de intrusión como la reabsorción son mayores en el arco utilitario; caso contrario al usar el arco de curva reversa no se produce una intrusión significativa; considerándose una intrusión relativa obtenida principalmente a partir de proinclinación incisiva.

Rozzi y col.<sup>9</sup> en el 2017 realizaron un estudio retrospectivo con el objetivo de determinar los efectos producidos al nivelar la curva de Spee en sujetos con diferentes patrones esqueléticos verticales. Los pacientes se clasificaron en 3 grupos de acuerdo a su tipo facial vertical (ángulo bajo, normal y ángulo alto).

Las posiciones verticales de incisivos, premolares y molares se midieron perpendicular al plano palatino y mandibular de acuerdo al caso. En razón a las variables esqueléticas, los autores no encontraron modificaciones significativas entre los 3 grupos; sin embargo en relación a las variables dentoalveolares; el grupo de ángulo bajo mostró movimientos bucales significativos e intrusión de incisivos inferiores, a diferencia del grupo de ángulo alto donde se observó mayor extrusión de dientes posteriores asociado a la posición vertical de las molares. Finalmente los autores concluyeron que en sujetos de ángulo bajo, la nivelación de la curva de Spee ocurre principalmente a través de movimiento bucal e intrusión incisiva, a diferencia de los de ángulo alto, donde se produce por extrusión y verticalización de los dientes posteriores; factores que debemos tomar en cuenta durante la planificación de tratamiento.

## **III.2 BASES TEÓRICAS**

### **III.2.1 Fisiología de la oclusión**

El término oclusión se define como la relación dinámica y funcional entre las superficies masticatorias de las piezas dentarias y a su vez, con los diferentes componentes del sistema estomatognático.

El término de oclusión abarca en realidad múltiples aspectos, y no sólo la definición de máxima intercuspidad; ya que oclusión es un término más complejo que relaciona a la mandíbula en sus diversos movimientos, a los dientes y a la vez a la articulación temporomandibular (ATM); debido a ello radica la importancia de un estudio detallado de la misma.<sup>10</sup>

#### **III.2.1.1 Relación Céntrica**

Relación céntrica se define como aquella posición más anterior y superior de los cóndilos en las fosas articulares o glenoideas, con una posición adecuada a su vez de los discos articulares.<sup>10</sup>

#### **III.2.1.2 Oclusión Céntrica**

Okeson<sup>11</sup> en el 2003 menciona que la oclusión céntrica es aquella posición adoptada de la mandíbula tanto desde una vista vertical y horizontal cuando las piezas dentarias se encuentran en máxima intercuspidad, es decir que las superficies oclusales tanto de los dientes superiores e inferiores se encuentran en contacto y los cóndilos en relación céntrica.

#### **III.2.1.3 Llaves de la Oclusión**

Andrews<sup>12</sup> en el año de 1972 publica su artículo donde hace alusión a las seis llaves de la oclusión óptima; mencionando en sexto lugar a la curva de Spee. Es así que Andrews determinó que en una oclusión óptima la curva de Spee debe ser relativamente plana, para lograr una buena intercuspidad, y a la vez la estabilidad de los arcos dentarios. Él observó dentro de los 120 modelos estudiados sin tratamiento ortodóntico, que la mayoría presentaba esta característica, al contrario de lo que solía observar en la mayor parte de las maloclusiones.

Es así que Andrews dió a conocer las seis llaves de la oclusión óptima; las cuales se mencionan a continuación:

- Llave I: Relación molar.
- Llave II: Angulación de la corona clínica.

- Llave III: Inclinación de la corona clínica.
- Llave IV: Ausencia de Rotaciones
- Llave V: Puntos de contactos adecuados.
- Llave VI: Curva de Spee plana.<sup>12</sup>

### III.2.2 Curva de Spee

#### III.2.2.1 Historia

La curva de Spee forma parte de una de las curvas compensatorias de la oclusión. Esta curvatura a lo largo del tiempo ha ido recibiendo diferentes nombres o denominaciones tales como: Curvatura de Von Spee (en alusión a su descubridor), curva ánteroposterior o simplemente curva de Spee.<sup>13</sup>

Rodríguez<sup>14</sup> señaló que fue el embriólogo alemán Von Spee en el año de 1890 el primero en describir la curva de Spee, ya que describió las relaciones que observaba en los diferentes dientes de humanos desde un punto de vista sagital, haciendo hincapié a la curvatura presente. Además dio énfasis en que existe una relación entre la curva de las piezas dentarias con la articulación témporomandibular (cóndilo-eminencia articular).

#### III.2.2.2 Graf Von Spee

Graf Von Spee fue un anatomista y embriólogo alemán que escribió un artículo original en 1890 acerca de la llamada curva de Spee. En su estudio observó cráneos de humanos secos con piezas dentarias desgastadas, y fue allí donde observó la línea de oclusión como aquella curvatura tangente al borde anterior del cóndilo, pasando por la segunda molar y los bordes de los incisivos inferiores. Él basó su estudio utilizando tres proposiciones:

**Propuesta uno:** Spee indicó que desde una vista de perfil, las superficies molares se encuentran en el arco de un círculo que, seguido posteriormente, toca el borde anterior del cóndilo.

**Proposición dos:** Es más fácil demostrar la curva en los casos de atrición marcada que en los casos con cúspides bien conservadas.

**Propuesta tres:** Cuando otros puntos, además de los molares se incluyeron en las mediciones de la línea de oclusión, ellos, junto con el cóndilo, podrían estar en un arco común.



Spee sugirió que esta disposición geométrica define el patrón más eficaz para mantener contactos máximos de los dientes durante el proceso de la masticación.<sup>15</sup>

### **III.2.2.3 Definición**

La curva de Spee se define como aquella curvatura del plano de oclusión que pasa a través de los bordes incisales mandibulares, cúspides bucales de premolares y molares, terminando en la superficie anterior de la rama mandibular.<sup>10</sup>

Según Andrews<sup>12</sup> al observar las arcadas dentarias, él describe la presencia de una ligera curvatura en el plano de oclusión inferior desde una perspectiva ánteroposterior, y una ligera convexidad a nivel superior, y las denomina curvaturas de compensación dental.

Okeson<sup>11</sup> menciona que clínicamente, la curva de Spee está determinada por las crestas marginales distales de las piezas dentarias más posteriores (generalmente segundas molares) y el borde incisal de los dientes ánteroinferiores.

Mohl y col.<sup>16</sup> describieron la curva de Spee como aquella línea que abarca desde la cúspide canina pasando a través de las cúspides bucales de las piezas dentarias posteriores.

Finalmente Dawson<sup>17</sup> define la curva de Spee como la curvatura oclusal observada en una vista sagital de la arcada inferior, que une las superficies oclusales de las piezas dentarias comenzando por el borde incisal de los incisivos inferiores y continuando con las puntas de las cúspides bucales de premolares y molares.

### **III.2.2.4 Desarrollo de la curva de Spee**

Visto desde un plano sagital, la curvatura oclusal es un fenómeno que ocurre naturalmente en la dentición humana. Comprender cómo se desarrolla la curva de Spee es limitado en la literatura. Se ha mencionado que el desarrollo de la misma puede deberse a una diversidad de factores; tales como: crecimiento y desarrollo de componentes faciales, fases de la erupción dentaria, desarrollo o alteraciones a nivel neurológico-muscular.<sup>13</sup>

Se ha propuesto que un desequilibrio entre los componentes de fuerza oclusal anterior y posterior puede hacer que los incisivos inferiores sobreerupcionen, los premolares queden en infraerupción, y los molares inferiores se inclinen hacia mesial, provocando así la profundización de la curva oclusal.<sup>18</sup>

Marshall y col.<sup>19</sup> estudiaron el desarrollo de ésta curvatura mediante la evaluación de modelos dentales tomados en 7 tiempos diferentes a lo largo del crecimiento y maduración.

Los resultados, coincidentes con los de Bishara y col.<sup>20</sup>(1989), Ash y col.<sup>21</sup>(1993) y McNamara<sup>22</sup> (1998) sugieren que el nivel de profundidad de la curvatura es mínimo en la dentición temporal, aumenta en gran medida con la erupción de los incisivos centrales inferiores y los primeros molares permanentes, y finalmente alcanza un máximo con la erupción de la segunda molar permanente donde permanece estable a lo largo de la adolescencia y en la edad adulta.

Los autores intentaron dar entonces una explicación del porqué podría desarrollarse la curva, la que sugiere que tal vez a los molares e incisivos inferiores se les permite una erupción más allá del plano de oclusión debido al hecho de que en algunos casos no presentan antagonista maxilar y, por tanto, no presentan oposición. Lógicamente, se esperaría que esta erupción sin oposición pueda ser mayor en la relación Clase II ósea o dental, lo que lleva a una profundización excesiva de la curva de Spee.<sup>19</sup>

Tal como lo demuestra también el estudio realizado por Ahmed<sup>6</sup> (2011) donde observaron que la profundidad de la curva de Spee fue mayor en los sujetos con maloclusión Clase II Div. 2, seguido de la maloclusión Clase II Div.1.

En general, es probable que el desarrollo de la curva de Spee se deba a una combinación de factores que incluyen la sincronización de la erupción dental, variación craneofacial, y factores neuromusculares.<sup>6,23</sup>

### III.2.2.5 Tipos de curva de Spee

Andrews<sup>12</sup> define 3 diferentes clasificaciones para la curva de Spee:

- **Profunda:** Es aquella que se desarrolla en ciertos casos debido a que los incisivos inferiores durante su erupción muchas veces no encuentran antagonista, ya sea por el tipo de maloclusión que presenta el niño, proceso de erupción, entre otras alteraciones, y esto lleva consigo a una sobreerupción de los mismos, dando lugar a una sobremordida y a la vez a la profundización de la curva de Spee.
- **Plana:** Es aquella que va a dar lugar a una intercuspidación adecuada de las piezas posteriores, así también como a unas adecuadas relaciones anteriores. En promedio se considera plana cuando es menor de 2 mm.
- **Invertida:** Generalmente suele observarse en la arcada superior, y tiene una disposición contraria a la curvatura inferior normal.

### III.2.2.6 Medición de la curva de Spee

Andrews<sup>12</sup> menciona que existen diversas maneras para cuantificar la curva de Spee, pero al final los resultados y los principios son los mismos.

Normalmente la profundidad de la curva de Spee se ha medido fuera de la boca del paciente usando uno de estos dos métodos: Los modelos de estudio de ortodoncia, y / o las imágenes cefalométricas laterales.<sup>24</sup>

Ferrario y col.<sup>25,26</sup> utilizan modelos de estudio para medir la curva de Spee, formulándose una ecuación compleja donde la curvatura del plano oclusal es modelada por una esfera, y la curva de Spee se expresa en referencia al radio de esta esfera.

Braun<sup>24</sup> (1996) menciona que un método clínico más simple y común para evaluar rápidamente la curva de Spee es mediante modelos de estudio; colocando el modelo inferior boca abajo sobre una superficie plana a manera de un trípode con el apoyo de las cúspides más extruidas de las molares, y la punta más extruída del incisivo. Desde aquí, la profundidad de la curva puede entonces simplemente ser clasificada según su gravedad (leve/ moderada/ grave) o medida con precisión.

Marshall<sup>19</sup> (2008) propone una modificación de este método el cual consiste en colocar el modelo inferior verticalmente, y a partir del modelo o mediante una fotografía sagital del mismo, trazar una línea imaginaria desde la cúspide molar de elección hacia la punta del incisivo más extruído y luego cuantificar la curva con la ayuda de una regla milimetrada o calibrador digital.

Baldrige y col.<sup>27</sup> (1969) cuantificaron la curva de Spee expresando la suma de las distancias perpendiculares desde el premolar más intruído a la línea imaginaria tanto en el lado derecho como izquierdo.

Sondhi y col.<sup>28</sup> (1980) calcularon la suma de todas las distancias perpendiculares de cada punta de la cúspide en el arco mandibular a la línea imaginaria de la curva de Spee, mientras Bishara<sup>10</sup> (1989) consideró el promedio de la suma de las distancias perpendiculares.

El método más común entre la literatura y también el más práctico parece haber sido el método de cuantificación utilizado por Carter y McNamara<sup>22</sup> (1998), Carcara y col.<sup>29</sup> (2001) y Ash y Wheeler<sup>21</sup> (2010), donde la mayor distancia perpendicular a cada lado de la parte izquierda y derecha se registran y se saca el promedio de ambas medidas.

Según Bernstein<sup>13</sup> (2007) la evaluación de la curva de Spee también se puede realizar en Rx laterales de cráneo; aplicando los mismos principios, en donde se utiliza una línea de referencia al unir la punta del incisivo y la cúspide molar más sobresaliente y se mide la distancia a los premolares más intruídos ya sea por una regla en una radiografía simple, o por un programa de computadora en una película digital. El autor realizó un estudio comparativo midiendo la curva de Spee tanto en modelos como en Rx cefalométricas y no encontró diferencias significativas.

### **III.2.2.7 Procedimientos mecánicos para corregir la curva de Spee**

Para poder nivelar la curva de Spee, es necesario contar con espacio, ya que durante este proceso de nivelación o aplanamiento se consume longitud de arcada; según Marín y col.<sup>30</sup> mencionan que por cada milímetro de corrección se requiere 1 mm de longitud en la arcada; lo cual nos daría como resultado la proinclinación del incisivo inferior en el intento de conseguir ese espacio. Sin embargo algunos autores como Rodrigues<sup>31</sup> y Pandis<sup>5</sup> han sugerido que ésta inclinación se debe sobre todo al efecto de nivelación dentaria.

Para poder nivelar la curva de Spee hacemos uso de diferentes técnicas, entre ellas: extrusión del segmento posterior, incluyendo molares y premolares; intrusión y/o proinclinación de los segmentos anteroinferiores (mediante el uso de diferentes tipos de aparatología, ya sea un arco de intrusión o utilitario); o una combinación de ambos.<sup>5</sup>

Así también se puede hacer uso de diferentes mecánicas, tales como un arco utilitario (mecánica bioprogresiva), el cual nos dará mayor porcentaje de intrusión incisiva, como también una mecánica de arco continuo mediante un arco de curva reversa el cual tiene mayores efectos de extrusión posterior y proinclinación incisiva. Por todo ello al momento de decidir por la técnica a utilizar es necesario realizar un adecuado diagnóstico, y determinar las necesidades del paciente.<sup>30</sup>

Según Bishara<sup>10</sup>, para corregir las mordidas profundas, tenemos 2 mecánicas de elección: realizar la intrusión de las piezas anteriores, o caso contrario promover la extrusión de las piezas posteriores. Para poder realizar éstos procedimientos, el autor menciona que es primordial conocer las fuerzas adecuadas para cada caso: por ejemplo ya sea de 12,5 a 13 gr para intrusión inferior y de 15 a 20 gr para intrusión superior.

Según Proffit<sup>33</sup> el método elegido debe basarse en las características específicas no sólo de la maloclusión del paciente, sino también de las proporciones craneofaciales generales.

### **III.2.2.8 Biomecánica en la corrección de la curva de Spee**

Una adecuada comprensión de los principios biomecánicos es esencial para el ortodoncista, para así poder organizar un adecuado plan de tratamiento, seleccionar aparatos y mecánicas apropiadas, realizar movimientos dentales adecuados controlando efectos secundarios o indeseados, entre otros; ya sea en el proceso de nivelar la curva de Spee, o realizar cualquier tipo de tratamiento ortodóntico.<sup>23</sup>

Uno de los principales objetivos y desafíos del tratamiento ortodóntico es la sobrecorrección de la mordida profunda, donde generalmente suele estar implícita una curva de Spee acentuada; siendo necesario considerar la nivelación de la misma como parte del tratamiento; pero teniendo en cuenta importantes factores tales como: relaciones, inclinación y posición incisiva, prototipo del paciente, mecánica a desarrollar y cantidad a corregir.<sup>34</sup>

Tweed<sup>35</sup> describió una mecánica para corregir la sobremordida promoviendo la rotación horaria mandibular por medio de arcos continuos con una curva de Spee reversa; logrando así la nivelación por medio de extrusión de premolares y molares; así también a modo de prevenir la proinclinación anterior, utilizó elásticos de Clase III junto con anclaje extraoral de tracción alta.

De la misma manera, Schudy<sup>36</sup> menciona que en los pacientes que presentan una altura facial posterior aumentada se debe incentivar la extrusión posterior; estimulando la rotación horaria mandibular; creando así armonía con el crecimiento de la rama ascendente.

Ricketts<sup>37</sup> al inicio del año 1950 creó un método para corregir mordidas profundas, el cual se basó en la intrusión intencional de los dientes anteriores mediante el uso de un arco utilitario. Él y los proponentes de su técnica como Bench y col.<sup>37</sup> sugirieron que la extrusión de premolares y molares mediante arcos continuos, al aumentar la altura facial por rotación mandibular; provoca el alargamiento de los músculos masticatorios, cambio inestable que podría ocasionar recidiva. Así también mencionan que al realizar extrusión posterior se puede invadir el espacio funcional libre ocasionando posteriormente también recidiva.

Como se ha visto, la literatura nos muestra considerable divergencia sobre qué mecánica de nivelación es más efectiva, no sólo para la corrección sino también para el mantenimiento de los resultados obtenidos.

Engel y col.<sup>38</sup> reportan cuatro posibilidades mecánicas de tratamiento para corregir una curva de Spee profunda; tales como:

- Nivelar el arco inferior, favoreciendo la extrusión de premolares y promoviendo la rotación horaria mandibular.
- Intrusión de piezas ánterosuperiores e inferiores.
- Proinclinación de incisivos.
- Extrusión molar.

Mencionando la intrusión incisiva como el abordaje más efectivo; pero tomando en cuenta el ángulo interincisivo adecuado para mantener los resultados.

Así también Troncoso<sup>39</sup> menciona diversas mecánicas de tratamiento, ya sea extrusión, intrusión o una combinación de ambas; pero hace hincapié en la corrección temprana para lograr resultados estables.

### **III.2.2.9 Factores que determinan la biomecánica a utilizar**

**-Etiología:** Es muy importante determinar la verdadera causa, por la cual el paciente presenta sobremordida. Ésta puede deberse ya sea a un crecimiento vertical excesivo de la rama mandibular en discrepancia con alteraciones en el crecimiento alveolar. Dentro de la etiología podemos identificar: desarrollo alveolar incipiente del segmento posterior, excesivo desarrollo dentoalveolar a nivel anterior, o la combinación de ambos. Es de suma importancia identificar también si la sobremordida se debe a un problema netamente dentoalveolar, o existen factores esqueléticos o genéticos involucrados.<sup>40</sup>

**-Edad:** Cabe señalar que la edad es un factor importante a considerar, ya que el desarrollo alveolar está en estrecha relación con la erupción dental, y si se obtiene un buen control en la erupción de las piezas dentarias a edades tempranas se puede llegar a obtener un control vertical y prevenir el desarrollo de la sobremordida.<sup>40,41</sup>

**-Estética facial:** En el tratamiento de la mordida profunda, la estética es un factor clave a considerar, ya que es vital tomar en cuenta el biotipo del paciente, perfil, sonrisa, así como el nivel de exposición dental.

**-Perfil facial y patrón esquelético vertical:** En aquellos pacientes que presentan un biotipo braquifacial con altura facial reducida, mentón sobresaliente, musculatura fuerte, patrón hipodivergente, se puede optar por la extrusión del segmento posterior, favoreciendo el incremento en la altura facial. Todo lo contrario en aquellos pacientes dolicofaciales, cara larga, patrón hiperdivergente, con aumento de exposición dental anterior; se prefiere optar por la intrusión incisiva mejorando de esta manera la estética sin comprometer más su problema vertical.<sup>42,43</sup>

**-Exposición dental:** Este factor se debe tomar en cuenta cuando se procede a realizar la intrusión incisiva. Es importante evaluar la relación diente-labio así como la exposición dental que sea estéticamente aceptable (2-3mm).

### **III.2.2.10 Descripción de la biomecánica**

#### **III.2.2.10.1 Extrusión del segmento posterior**

Una de las mecánicas que nos permite corregir la profundidad de la curva de Spee y la mordida profunda es la extrusión posterior; ya que se ha manifestado que por cada mm de extrusión a ese nivel se consigue entre 1.5 a 2.5 mm de corrección vertical en el sector anterior; favoreciendo la altura facial inferior; sobre todo en pacientes en crecimiento, braquifaciales, hipodivergentes y con incisivos en adecuada posición.<sup>44</sup>

La cantidad de extrusión puede variar, pudiendo lograr extrusiones entre 1.4 hasta 2.8mm. Cuando dicho procedimiento se realiza en niños se puede hacer uso de unas placas o planos de mordida apoyándose de la erupción y crecimiento; de manera contraria en adultos se suele requerir fuerzas de aproximadamente 100 gr al aplicar EIM, resortes o curvas reversas; siendo cuestionable la recidiva en estos casos.<sup>45,46,47</sup>

#### **III.2.2.10.2 Proinclinación incisiva**

Una de las formas válidas para lograr la nivelación de la curva de Spee, es mediante la proinclinación incisiva; este procedimiento resulta ser eficaz sobre todo en aquellos pacientes que presentan los incisivos lingualizados, como en una maloclusión Clase II Div.2. Sin embargo al realizar estos movimientos, debemos tener en cuenta que los incisivos al final deberán mantener una posición adecuada con ángulos interincisales aceptables entre ellos para que la oclusión del paciente tenga estabilidad a largo plazo.<sup>45</sup>

### **III.2.2.10.3 Intrusión de dientes anteriores**

Este tipo de corrección está indicada principalmente en aquellos pacientes que realmente lo requieren; es decir que presenten una exposición incisiva aumentada o sonrisa gingival que pueda comprometer su estética. Ng y col.<sup>43</sup> mencionan que la intrusión en la arcada superior puede llegar hasta 1.5mm, y en la arcada mandibular hasta 1.9mm; sin embargo otros autores como Berg<sup>48</sup> mencionan que se puede llegar hasta 3mm.

Así también algunos autores como Burstone<sup>49</sup> y Ricketts<sup>37</sup> mencionan que es más eficiente realizar movimientos intrusivos con una mecánica segmentada, ya que con una mecánica continua se pueden producir mayores efectos de inclinación e inestabilidad.

### **III.2.2.11 Mecánica de arco continuo o segmentado para la corrección de la curva de Spee**

Los clínicos que siguen la mecánica de arco segmentado como Burstone<sup>49</sup>, Ricketts<sup>37</sup>, Bench<sup>37</sup>; sugieren que se obtiene un mayor control de los movimientos; y que la nivelación mediante arcos continuos producirá extrusión posterior, aumentando la AFAI; siendo desfavorable en pacientes dolicofaciales o en aquellos con un patrón muscular fuerte ya que puede ocurrir recidiva.

Sin embargo los defensores del arco continuo como Tweed y Pandis; sostienen que la extrusión de premolares y molares representa cambios oclusales estables.<sup>55</sup>

Estudios cefalométricos que compararon ambas mecánicas informaron que ambos son eficientes para corregir mordidas profundas.<sup>6</sup> Así también Bernstein y col.<sup>13</sup> realizaron un estudio aplicando un arco continuo y observaron que era efectivo y parecía ser estable a lo largo del tiempo.

Alqabandi y col.<sup>50</sup> realizaron también un estudio comparando el arco segmentado y continuo; donde destacaron la proinclinación incisiva con el arco continuo; y una mayor intrusión sin inclinación significativa con los arcos segmentados. Los autores recomiendan considerar estas diferencias en la definición de los objetivos de tratamiento.

#### **III.2.2.11.1 Arco de curva reversa**

Según Rodrigues<sup>31</sup>, el método de curva reversa es eficaz para lograr la nivelación de la curva de Spee; el autor menciona que éste puede ser usado desde etapas iniciales del tratamiento con arcos redondos o rectangulares ya sean de Niti o TMA.



Este arco presenta 3 sectores; los cuales pueden apreciarse desde una vista sagital: un sector anterior, el cual tendrá efectos de proinclinación a nivel incisivo, un sector medio que actuará a nivel de premolares logrando principalmente extrusión; y finalmente un sector posterior donde se producirá un efecto de distoversión molar.<sup>32</sup>

#### **III.2.2.11.2 Arco de intrusión de Burstone**

El mecanismo básico para realizar la intrusión con esta mecánica consta principalmente de 3 partes: una unidad de anclaje posterior, un segmento de arco anterior y el arco intrusivo en sí. Los segmentos de arco estabilizadores pueden ser de alambre de acero de 0,018x0,025" o 0,021x0,025". El arco intrusivo suele ser de TMA de 0,017x0,025" o de 0,016x0,022", aunque también suele realizarse en acero calibre 0,018x0,025" colocándolo en el tubo molar auxiliar.<sup>49</sup>

Burstone<sup>49</sup> recomienda para intrusión el uso de fuerzas adecuadas de aproximadamente 25 gr. para incisivo superior, la mitad para incisivo inferior y en el caso de caninos alrededor de 50 gr. de fuerza; para lo cual propone una activación de 45 grados a nivel molar.

Este arco a diferencia del arco utilitario de Ricketts presenta helicoides a mesial de la molar, lo cual le aporta mayor flexibilidad; así también no se liga directamente en el slot de los brackets sino a nivel del arco anterior disminuyendo así el efecto de proinclinación incisiva y demás efectos adversos.<sup>46,49</sup>

#### **III.2.2.12 Efectos de la nivelación de la curva de Spee en el arco mandibular**

Hay muchos métodos diferentes para nivelar la curva de Spee y lograr la apertura de la mordida; sin embargo existen efectos adversos a nivel de las arcadas dentarias, los cuales han sido estudiados por diversos autores debido a la magnitud de su importancia.

Pandis y col.<sup>5</sup> observaron que al nivelar la curva de Spee con arcos continuos se produce principalmente un efecto de proinclinación incisiva junto con modificaciones transversales no significativas.

Campos y col.<sup>51</sup> estudiaron los efectos de nivelar la curva de Spee en 70 modelos inferiores, donde observaron una tendencia al aumento en el perímetro de arco; concluyendo a su vez que existe un mayor consumo de perímetro de arco en razón a la profundidad de la curva de Spee.

Así también Baldrige y col.<sup>27</sup> realizaron un estudio en 30 modelos inferiores con una curva de Spee acentuada, donde observaron que al nivelar dicha curva hubo un aumento en la longitud de arco mandibular, estando éste en proporción directa con la cantidad de nivelación.

Finalmente Parker y col.<sup>42</sup> evaluaron los efectos de nivelar la curva de Spee en casos de extracción y sin extracción; donde observaron que en el grupo de extracción, el ángulo interincisal y ancho intercanino aumentaron; de manera contraria en el grupo sin extracción, los incisivos se inclinaron, el ángulo interincisal disminuyó y el ancho intercanino aumentó pero menos que el grupo anterior.

### **III.2.2.13 Estabilidad a largo plazo**

La estabilidad de la nivelación de la curva de Spee puede depender de la naturaleza específica de su corrección. Además, diversos factores, como el crecimiento y la adaptación neuromuscular, pueden desempeñar un papel en la recidiva. Variables tales como la cantidad de crecimiento y la edad del paciente durante el tratamiento, la fuerza muscular, la adaptación y la maloclusión inicial han sido postulados como factores que contribuyen a la estabilidad a largo plazo en la corrección de la curva de Spee.<sup>48</sup>

### **III.2.2.14 Métodos para evaluar la proinclinación de incisivos inferiores en modelos o tyodont producto de mecánicas ortodónticas**

Baratieri y col.<sup>52</sup> realizaron un estudio en tyodonts ortodónticos, donde replicaron la maloclusión tomando impresiones con silicona de condensación para posteriormente colocar los dientes y realizar el vaciado en cera. Para evaluar la proinclinación incisiva después de la nivelación; a nivel del incisivo central inferior izquierdo colocaron un segmento de alambre 0,019x0,025" de 2cm de largo, paralelo al eje de la corona y distal al bracket. Posteriormente el tyodont se introdujo en agua caliente a 50 C° 2 veces con intervalos de 30 segundos a 25 C°. Finalmente se registraron los cambios a través de fotografías y el programa Corel Draw.

Sangcharearn y col.<sup>53</sup> realizaron también un estudio en tyodonts con maloclusión Clase II; donde para evaluar la inclinación de los incisivos inferiores representaron el plano mandibular; el cual lo colocaron en un ángulo de 23 grados con respecto al plano palatino (base superior de tyodont) y en base a ello mediante fotografías evaluaron la inclinación.

## **IV. OBJETIVOS**

### **VI.1 Objetivo General**

Evaluar los efectos producidos en el arco mandibular y el grado de corrección de la profundidad de la curva de Spee durante la nivelación de una curva de Spee con una profundidad entre 2 a 5 mm al utilizar dos procedimientos mecánicos diferentes.

### **IV.2 Objetivos Específicos**

- 1.- Determinar los efectos producidos en la arcada mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm con arco de intrusión de Burstone.
- 2.- Determinar los efectos producidos en la arcada mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm con arco de curva reversa inferior.
- 3.-Comparar los efectos producidos entre ambas mecánicas.

## **V. HIPÓTESIS**

Existen diferencias en los efectos producidos en la arcada mandibular cuando se nivela una curva de Spee de distintas profundidades al utilizar la mecánica de arco de intrusión de Burstone y el arco de curva reversa, obteniendo mayores efectos en éste último; ya que actuaría a nivel de premolares e incisivos.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **VI.1 Diseño del estudio**

- **Experimental /Comparativo:** Se observaron los efectos producidos en la arcada mandibular al nivelar diferentes profundidades de curva de Spee (2-5mm) utilizando dos mecánicas diferentes, y se compararon los resultados obtenidos.
- **Prospectivo/Longitudinal:** Debido a que se realizaron las mediciones en 3 diferentes tiempos: inicial (T1), intermedio (T2) y final (T3).
- **In vitro:** Las unidades de estudio fueron Typodonts ortodónticos.

## **VI.2 Muestra**

32 typodonts ortodónticos metálicos convencionales.

Se realizó un muestreo por conveniencia, debido a que no se contaba con una referencia válida desde el punto de vista teórico para determinar una muestra exacta. Se decidió 32 typodonts porque de esa manera se podía tener una distribución uniforme de los subgrupos; y al ser un estudio experimental in vitro, se tiene un control adecuado de la mayor cantidad de variables, obteniendo así uniformidad; factor importante para trabajar con muestras pequeñas.

Es así que la muestra se dividió en 2 grupos según la mecánica (16 typodonts donde se colocó arco de curva reversa y 16 donde se colocó el arco de intrusión de Burstone). También se dividió en subgrupos de acuerdo a cada profundidad de la siguiente manera:

- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 2 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 3 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 4 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 5 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 2 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 3 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 4 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 5 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.

## **VI.3 Unidad de muestreo**

Typodont metálico convencional para ortodoncia marca nacional Duradent, con rodentes de cera marca Tecnident y dientes metálicos marca nacional Duradent con cavidad en vestibular para colocación de acrílico.

## **VI.4 Criterios de selección**

### **VI.4.1 Criterios de inclusión**

- Typodont ortodóntico metálico convencional en buen estado, único modelo de la marca nacional Duradent.
- Profundidad de Curva de Spee representada en typodont de 2, 3, 4 y 5mm.
- Dientes metálicos de la marca nacional Duradent de similar anatomía con cavidad anterior para colocación de acrílico.
- Rodetes de cera roja especial para typodont marca brasilera Tecnident.
- Typodont que presente curva de Spee profunda por extrusión incisiva e infraerupción premolar.

### **VI.4.2 Criterios de Exclusión:**

- Typodont ortodóntico electrónico.
- Typodont en mal estado.
- Typodont de diferente marca.
- Curva de Spee plana o menor a 2 mm.
- Curva de Spee mayor a 5 mm.
- Dientes completamente metálicos y de otras marcas.
- Otros tipos de cera roja que no sea especial para typodont o de diferente marca.

## **VI.5 Variables**

### **VI.5.1 Variable independiente**

#### **Mecánica de nivelación**

-Definición conceptual: Mecánicas utilizadas durante el tratamiento ortodóntico, cuyo objetivo principal es el de nivelar una curva de Spee profunda.

-Tipo de variable: Cualitativa

-Dimensiones o categorías: Arco de curva reversa y arco de intrusión de Burstone.

-Indicadores: Procedimiento utilizado según mecánica.

-Escala de medición: Nominal.

## **VI.5.2 Variable dependiente**

### **Efectos en la arcada mandibular**

-Definición conceptual: Consecuencia, resultado o lo que se deriva de una causa a nivel de la arcada inferior.

-Tipo de variable: Cuantitativa

-Dimensiones o categorías: Proinclinación incisiva, perímetro de arco, longitud de arco, ancho intercanino y ancho intermolar.

-Indicadores: Diferencia encontrada entre la medición inicial (T1), intermedia (T2) y final (T3).

-Escala de medición: Ordinal

### **Profundidad de la curva de Spee**

-Definición conceptual: Profundidad de la curvatura oclusal visible desde un aspecto sagital; formada por los bordes incisales y las puntas de las cúspides de los dientes inferiores. La profundidad de esta curvatura oclusal no debe superar los 2mm.

-Tipo de variable: Cuantitativa

-Dimensiones o categorías: 2mm,3mm,4mm y 5mm.

-Indicadores: Medición bilateral medida desde la punta del incisivo inferior más extruído hasta la cúspide distovestibular de la segunda molar inferior (más extruída).

-Escala de medición: Continua

## Operacionalización de Variables

Identificación	Definición conceptual	Tipo	Dimensiones o categorías	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable independiente:</p> <p>Mecánica de nivelación</p>	<p>Mecánicas utilizadas durante el tratamiento ortodóntico, cuyo objetivo principal es el de nivelar una curva de Spee profunda</p>	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco de intrusión de Burstone.</li> <li>- Arco de curva reversa</li> </ul>	-Procedimiento utilizado según mecánica.	Nominal
<p>Variable dependiente:</p> <p>Efectos en la arcada mandibular</p>	<p>Consecuencia, resultado o lo que se deriva de una causa a nivel de la arcada inferior.</p>	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proinclinación incisiva.</li> <li>- Perímetro de arco.</li> <li>- Longitud de arco</li> <li>- Ancho intercanino</li> <li>- Ancho intermolar</li> </ul>	-Diferencia encontrada entre la medición inicial (T1), media (T2) y final (T3).	Ordinal
<p>Variable dependiente:</p> <p>Profundidad de la curva de Spee</p>	<p>Profundidad de la curvatura oclusal visible desde un aspecto sagital; formada por los bordes incisales y las puntas de las cúspides de los dientes inferiores. La profundidad de esta curvatura oclusal no debe superar los 2mm.</p>	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2mm</li> <li>- 3mm</li> <li>- 4mm</li> <li>- 5mm</li> </ul>	-Medición bilateral medida desde la punta del incisivo inferior más extruído hasta la cúspide distovestibular de la segunda molar inferior (más extruída).	Continua

## **VI.6 Técnicas y Procedimientos**

### **VI.6.1 Recolección y enfilado de typodonts**

Se procedió a recolectar 32 typodonts ortodónticos metálicos de la misma marca y modelo nacional Duradent obtenidos de la misma tienda por los residentes del área de Ortodoncia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia; posteriormente el typodont se rotuló con el nombre de cada residente; así también se utilizó para la preparación del mismo dientes metálicos (con agujeros) de la marca nacional Duradent, tratando que sean lo más similar posibles en su anatomía debido a que posteriormente se iba a replicar la curva de Spee; los cuales fueron rellenados con acrílico rápido de autocurado marca Vitalloy color 62, asegurándonos de recrear adecuadamente las caras vestibulares de las piezas dentarias.

Posteriormente se procedió a colocar los rodetes de cera inferiores; ya que sólo se trabajó en la arcada inferior; para ello se utilizaron rodetes de cera roja especial para typodont marca brasilera Tecnident. Para la colocación de los mismos, se procedió a marcar la línea media del typodont, y con la ayuda de espátulas para cera y mechero, se centró la línea media de los rodetes en relación a la línea marcada en el typodont, colocándolos con una altura uniforme de 2.5 cm tanto a nivel anterior como posterior, fijando finalmente los rodetes al vaciar cera roja líquida a manera de sellante.

Una vez colocados los rodetes de manera adecuada, se procedió a realizar el enfilado de los dientes metálicos, los cuales ya presentaban el frente anterior en acrílico. Dicho enfilado se realizó por sectores; empezando por el sector de molares e incisivos colocándolos en posiciones adecuadas, para finalmente terminar con caninos y premolares, de tal manera que los dientes se encuentren correctamente alineados.

### **VI.6.2 Recreación y duplicado de la Maloclusión**

Una vez realizado el enfilado de las piezas dentarias, se procedió a realizar la recreación de una curva de Spee de 4 diferentes profundidades de manera bilateral (2,3,4 y 5mm) en 4 de los 32 typodonts; para ello se procedió a extruir ligeramente los incisivos inferiores, así también se colocó el sector de premolares en una posición de infraerupción, recreando de esta manera una curva de Spee profunda; variando en diversas profundidades en relación a la cantidad de extrusión incisiva e intrusión media que se realizó. De esta manera se obtuvo 4 typodonts primarios con las diferentes profundidades de la curva de Spee a estudiar. Para tomar las medidas de la profundidad de la curva, se utilizó una base rígida de melamine, una



regla milimetrada y un compás de puntas secas; trazando una línea o tope desde el borde incisal del incisivo central inferior más extruído de un lado hasta la cúspide más elevada (extruída) de la segunda molar inferior. A partir de dicha línea se midió con la ayuda del compás de puntas secas la distancia hasta la cúspide premolar más profunda. Posteriormente dicha distancia, se colocó en una regla y se cuantificó, asegurándonos que sea correspondiente a cada una de las categorías planteadas en el presente estudio para la profundidad de la curva de Spee. Dicho procedimiento se realizó en ambos lados, teniendo la misma medida de profundidad tanto en el lado derecho como en el izquierdo.

Al tener los 4 typodonts con las diferentes profundidades de la curva de Spee (2,3,4 y 5 mm), se procedió a replicar la maloclusión para obtener oclusiones idénticas evitando de esta manera algún tipo de variación. En el primer duplicado que se realizó se obtuvieron 8 typodonts; los cuales fueron utilizados para el estudio piloto; siendo los resultados de éste incluidos en el estudio.

Para ello se confeccionaron 4 cubetas transparentes de acrílico con agujeros de retención; y se procedió a tomar una impresión de cada uno de los 4 typodonts con silicona de condensación ZetaPlus marca Zhermack SpA (Italia), evitando hacer mucha presión; ya que sólo se pretendía copiar los bordes incisales y cúspides dentales. Luego se cortó con la ayuda de un bisturí la impresión de silicona al raz del diente de manera que se observe los bordes incisales y cúspides. Se decidió utilizar silicona para impresión basándonos en el estudio realizado por Baratieri y col. donde menciona que fue una técnica apropiada.<sup>52</sup>

Una vez obtenidas las 4 cubetas con la correspondiente impresión, se rotularon cuidadosamente de acuerdo a cada profundidad copiada y se procedió a realizar el duplicado de la maloclusión casi inmediatamente para evitar algún efecto de contracción o deformación de la silicona. Para ello se duplicaron 7 typodonts para cada profundidad (1 para el piloto y los otros 6 para el estudio final), los cuales fueron colocados en agua caliente por un tiempo mínimo sólo para reblandecer ligeramente la cera y con la ayuda de la cubeta con la impresión de silicona se procedió a ubicar los dientes de acuerdo a la profundidad deseada teniendo como guía las huellas de la impresión de silicona.

De esta manera se obtuvo 8 typodonts idénticos de los 4 niveles de profundidad; lo que hace un total de 32 typodonts.

Es necesario mencionar que se realizó anteriormente un estudio piloto (ANEXO 2); donde se utilizó una muestra de 8 typodonts (4 primarios y 4 duplicados); los cuales fueron incluidos en la investigación; evaluando así 2 typodonts por cada profundidad. En este estudio se tomaron medidas iniciales, medias y finales de los

efectos a evaluar; y se observó que era un estudio reproducible y viable. Por lo cual se decidió realizar el estudio en los typodonts restantes. Se optó por 8 typodonts; ya que nos permitía evaluar 2 typodonts por profundidad aplicando en uno el arco de curva reversa y en el otro el arco de intrusión de Burstone; comparando así las dos mecánicas y las distintas profundidades de la curva de Spee.

### **VI.6.3 Pegado de brackets/tubos y separación de los typodonts de acuerdo a la profundidad de la curva de Spee y el procedimiento mecánico a ser utilizado.**

Una vez replicada la profundidad de la curva de Spee en todos los typodonts, se procedió a realizar el pegado de los brackets y tubos, para lo cual se utilizó un pegamento instantáneo cianocrilato de la marca Triz; para evitar el despegado posterior de los brackets. Los brackets utilizados fueron de la marca Morelli Slim (REF 10.65.901), prescripción Estándar o Edgewise slot 0,022x0,028"; y los tubos usados para primeras molares inferiores fueron tubos dobles gemelos marca Morelli prescripción estándar y para segundas molares inferiores fueron tubos simples marca Morelli prescripción estándar. Se optó por prescripción estándar, para evitar que el torque o angulación de otras prescripciones ocasionen sesgo en nuestro estudio. El pegado se realizó de acuerdo a los parámetros correspondientes para técnica Edgewise; estandarizando la posición de los brackets y tubos a las siguientes alturas: incisivos 3.5mm, caninos 4 mm, premolares 3.5mm, primeras molares inferiores 3mm y segundas molares inferiores 2.5mm.

Posteriormente a ello, se agruparon los typodonts de acuerdo a la profundidad representada (2,3,4 y 5mm) y la mecánica utilizada para la corrección de la misma; para lo cual se colocó stickers adhesivos con la información correspondiente. Este procedimiento se realizó de la siguiente manera:

De acuerdo a la mecánica a utilizar; en la mitad de los typodonts, es decir en 16 typodonts se colocó el arco de intrusión de Burstone, los cuales formaron parte del grupo (AI), y en la otra mitad (16 typodonts) se colocó el arco de curva reversa, los cuales formaron parte del grupo (CR), según las iniciales de cada mecánica.

De acuerdo a la profundidad, se agruparon en los siguientes subgrupos:

- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 2 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 3 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone.

- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 4 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 5 mm donde se utilizó el arco de intrusión de Burstone
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 2 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 3 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 4 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.
- 4 typodont con una curva de Spee bilateral de 5 mm donde se utilizó el arco de curva reversa.

#### **VI.6.4 Mediciones iniciales de las características en el arco mandibular.**

Una vez que los typodonts estaban debidamente rotulados de acuerdo a la profundidad de la curva de Spee y mecánica a usar, se procedió a tomar las medidas iniciales (T1) de las siguientes características: (ancho intercanino, ancho intermolar, longitud de arco, perímetro de arco y proinclinación incisiva).

##### **VI.6.4.1 Proinclinación incisiva**

Para medir la proinclinación incisiva, nos basamos en el estudio realizado por Baratieri<sup>52</sup>; donde midió la inclinación de incisivos en typodonts a partir de un alambre colocado paralelo al eje de la corona del incisivo; cuantificando posteriormente la angulación mediante fotografías y el software para Windows Corel Draw. En el presente estudio se colocó un segmento de alambre de acero de 0,021x0,025” de manera vertical entre las aletas del bracket del incisivo central inferior derecho, el cual se ligó con un módulo elástico. Posteriormente se tomaron fotografías estandarizadas del modelo en una vista lateral a una distancia de 45 cm de la cámara. Para ello se utilizó una cámara marca Nikon modelo D3200 con un ISO de 200 , F 5 y velocidad de 1/100. Se marcó la posición de la base del modelo así también de la cámara en una cartulina blanca fija; para tener la misma distancia y posición en todos los modelos. Se colocó una base de melamine con un sticker como apoyo indicando la profundidad y mecánica para identificar la fotografía. Posteriormente las fotos se pasaron a la computadora (MacBook Air), y por medio del programa Screen Scales para Mac versión 2018 fabricado por Talon Designs (permite medición precisa de ángulos) se procedió a medir el ángulo formado entre

una línea que pasa por el borde metálico recto del typondont y el segmento de alambre, en base al estudio realizado por Baratieri.<sup>52</sup>

#### **VI.6.4.2 Perímetro de arco**

La medición del perímetro de arco se realizó con la ayuda de un alambre de cobre calibre 08" o latón delgado de acuerdo al método propuesto por Bonwill-Hawley<sup>54</sup>; este alambre de cobre presentó un aro o argolla en uno de sus extremos.

Para realizar la medición, se procedió a colocar un segmento de alambre de acero grueso (calibre 1") de 3 cm de largo a nivel del reborde marginal distal de la segunda molar inferior izquierda. La argolla del alambre de cobre o latón se colocó en dicho segmento de alambre de acero instalado a nivel del reborde marginal distal de la molar; y se procedió a contornear el alambre de cobre haciendo que pase a través de los puntos de contacto de molares, premolares y a través de los bordes incisales de los dientes anteriores hasta llegar al reborde marginal distal del segundo molar inferior derecho donde se realizó una marca con plumón indeleble.

Posteriormente se aplanó el alambre de cobre o latón, se estiró y se midió con una regla milimetrada hasta la marca realizada anteriormente.

Este procedimiento se realizó antes y después de la instalación de la mecánica correctiva para observar los cambios o efectos ocurridos.

#### **VI.6.4.3 Longitud de la arcada**

Para evaluar los cambios a nivel de la longitud de arco, se colocó una regla rígida tangente a nivel de las caras distales de los segundos premolares; a partir de allí se colocó otra regla perpendicular a la primera y que pase por el punto de contacto entre los incisivos centrales inferiores. Esta distancia desde la tangente hasta el punto de contacto de los incisivos centrales inferiores fue la medida que se cuantificó.

#### **VI.6.4.4 Ancho intercanino**

Para evaluar el ancho intercanino, se procedió a marcar a nivel de la punta de la cúspide de ambos caninos (derecho e izquierdo). La distancia existente entre ambos es la distancia que se consideró.

Esta distancia fue medida con la ayuda de un compás de puntas secas y una regla milimetrada rígida marca Artesco.

#### **VI.6.4.5 Ancho intermolar**

Para evaluar el ancho intermolar, se procedió a marcar a nivel de la fosa central del primer molar inferior de cada lado, y posteriormente, se midió la distancia existente entre ambos puntos con la ayuda de una regla milimetrada rígida.

#### **VI.6.5 Instalación de las mecánicas a utilizar:**

##### **VI.6.5.1 Arco de Curva Reversa**

En este caso se colocaron arcos de curva de reversa de Niti calibre 0,016x0,022” marca Morelli modelo estándar, tamaño medio con código 50.72.036 para poder nivelar la curva de Spee; se decidió colocar este calibre de arco debido a que si bien no había apiñamiento; pero debido a la existencia de profundidades considerables de la curva de Spee, calibres mayores ejercían mucha fuerza y podía despegar los brackets. Además al ser un tyodont de cera, ofrece menor resistencia en comparación con la cavidad oral; por lo que se tiene que controlar los niveles de fuerza. Estos arcos se obtuvieron de la misma casa comercial (Duradent).

Así también nos aseguramos que todos los arcos comprados se encontraban en buen estado desde un aspecto macroscópico; es decir sin presentar alguna deformación evidente y que sean del mismo lote y se encuentren en empaques completamente sellados; para así poder estandarizarlos.

Cabe señalar que antes de la colocación de los respectivos arcos, se procedió a amarrar los dientes por sectores: sector anterior (incisivos) y sector posterior (premolares y molares) con ligadura metálica 0,010” en forma de “8”. Se decidió realizar el amarre de dichos sectores para poder tener un efecto uniforme en todos los segmentos y estandarizar los procesos en ambas mecánicas estudiadas; disminuyendo así posibles covariables.

##### **VI.6.5.2 Arco de Intrusión de Burstone**

Para la utilización de este arco, se procedió primero a amarrar con ligadura metálica de 0,010” al igual que el caso de curva reversa el segmento anterior (incisivos) y el segmento posterior (premolares y molares), así también se colocaron segmentos de alambre de acero 0,019x0,025” en el sector anterior (incisivos) y alambre de acero 0,016X0,022” en el sector posterior (premolares y molares), el cual sólo cumplía función de anclaje sin ejercer fuerza alguna para evitar realizar una nivelación previa sin que afecte así nuestros resultados. Posteriormente se realizó

el arco propio de intrusión con alambre TMA marca Morelli calibre 0,017x0,025"; para ello se confeccionó primero el arco con la ayuda de la torre conformadora de arco (todos los arcos se conformaron en base a una sola plantilla según Interlandi (19/20)); se marcó con plumón indeleble entre incisivos laterales y caninos para realizar el escalón en 45 grados; así también se marcó 3 mm antes de la entrada del tubo molar para realizar los loops, de 2 vueltas y media y una dimensión de 3 mm de diámetro. Se usó el alambre de TMA con helicoides para controlar el nivel de fuerza y la carga-deflexión del arco; ya que se trabajó en un typodont de cera; el cual se sabe ofrece menor resistencia.

Para realizar la activación, se realizaron dobleces en V o tipback de 45 grados de acuerdo a los establecido por Burstone<sup>46</sup>; dándonos así una fuerza aproximada de 60 gramos; así también se utilizó alambre de ligadura de 0,010", el cual se entorchó al mismo arco en el segmento anterior y no en los slots de los brackets; observando de esta manera la intrusión.

#### **VI.6.6 Colocación de los typodonts en la cuba de agua caliente**

Una vez que se instaló la mecánica de corrección en cada uno de los typodonts, se procedió a colocarlos en la cuba con agua caliente a 50 C°, lo cual fue controlado por medio de un termómetro especial para líquidos marca Barista Frothing Water; este proceso se realizó durante 3 minutos y posteriormente se colocaron los typodonts en agua fría a 25 C° durante 30 segundos para que la cera pueda endurecer; y se procedió a tomar las medidas correspondientes a: ancho intercanino, ancho intermolar, longitud de arco, perímetro de arco y profundidad de la curva de Spee; correspondiente a las medidas intermedias (T2). En este caso no se registró la medida media de proinclinación incisiva; ya que ello demandaba el retiro de los arcos y podía inferir en error.

Posteriormente se insertaron nuevamente los typodonts en la cuba a 50 C° durante 6 minutos para observar los efectos finales producidos en cada uno de ellos; registrando así las mediciones finales (T3).

Este método se realizó en base al estudio de Baratieri<sup>52</sup>, de donde se obtuvo las referencias en razón a la temperatura y tiempo ideal para el reblandecimiento de la cera roja en typodont.

### **VI.6.7 Evaluación de los efectos producidos en el arco mandibular**

Una vez retirados los typodonts de la cuba de agua caliente y después de haber endurecido la cera en agua fría; se procedió a realizar la medición final (T3) de los siguientes efectos: proinclinación incisiva, perímetro de arco, longitud de arco, ancho intercanino y ancho intermolar; así también como de la profundidad final de la curva de Spee. Las mediciones se realizaron de la misma manera que las mediciones iniciales (T1) e intermedias (T2) lo cual ya se describió anteriormente.

### **VI.6.8 Comparación de los efectos producidos según cada mecánica y nivel de profundidad**

Una vez que se realizó la medición de cada efecto antes y después de la aplicación de cada mecánica, estos resultados fueron registrados en una matriz de datos y se agruparon de acuerdo a la mecánica utilizada y al nivel de profundidad inicial de la curva de Spee, para realizar mediante el análisis estadístico las comparaciones correspondientes.

## **VI.7 Plan de Análisis**

### **VI.7.1 Prueba de normalidad**

El primer paso que se realizó fue determinar si los valores obtenidos son muy variables o similares, este paso se realizó mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk para comprobar la normalidad en la distribución de los valores y la homogeneidad entre los mismos.

### **VI.7.2. Prueba Estadística**

En el presente estudio, se utilizó el programa estadístico SPSS (IBM Company) versión 22.0 (Chicago/Estados Unidos); y para comparar los efectos de los diferentes tipos de mecánica para la nivelación de la curva de Spee se utilizó la prueba estadística t de Student.

Así también mediante éste análisis se realizó la comparación de los efectos de acuerdo a los diferentes niveles de profundidad de la curva de Spee inicial.

## **VI.8 Consideraciones Éticas**

En la presente investigación no fue necesario pedir consentimientos informados clínicos, ya que no se trabajó en pacientes, y tampoco se utilizó información clínica al respecto; realizando el estudio sólo en typodonts de ortodoncia.

Si bien como se mencionó, la investigación se realizó sólo en typodonts, sin necesidad de consentimientos informados, el factor ético entró a tallar en el hecho de que se evitó manipular la información a nuestra conveniencia, con el objetivo de que los resultados sean los esperados. Para ello se realizaron los debidos procedimientos biomecánicos en supervisión y seguimiento adecuado con el asesor de la investigación (supervisor docente ortodoncista con más de 10 años de experiencia), el cual controló paso a paso el procedimiento, asegurándose que la mecánica se realice siguiendo protocolos adecuados.

Finalmente debido a que es un estudio in vitro se obtuvo la exoneración de supervisión del CIE-UPCH con SIDISI 100632. (ANEXO 3).



## VII. RESULTADOS

Para el presente estudio se estableció un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ ; realizando las pruebas estadísticas anteriormente mencionadas.

Es así que se pudo observar que al usar el arco de curva reversa hubo cambios en los 5 efectos estudiados; pudiendo observar los cambios con sus valores promedio y desviación estándar correspondiente. **(Tabla 1)**.

Se observaron también los cambios en los 3 tiempos de medición: inicial (T1), intermedio (T2) y final (T3); donde se aprecia que el mayor cambio al usar el arco de curva reversa se produjo entre las mediciones iniciales (T1) e intermedias (T2); no observándose mayores cambios entre las mediciones intermedias (T2) y finales (T3), con excepción en la corrección de la curva de Spee; donde se observó una corrección progresiva. También se puede apreciar que al usar el arco de curva reversa, la profundidad de la curva de Spee se corrigió en gran medida, obteniéndose una curva de Spee final menor a 2 mm en todos los casos. **(Tabla 1)**

Así también al usar el arco de curva reversa se pudo apreciar la variación total producida en los efectos a nivel del arco mandibular; observando que hubo un aumento en los 5 efectos estudiados; donde el mayor cambio fue en el efecto de proinclinación incisiva; siendo éste significativamente mayor cuando se niveló una curva de Spee de 5 mm (es decir la de mayor profundidad). El segundo cambio que se observó en mayor medida fue el aumento en el perímetro de arco; el cual también fue mayor al nivelar una curva de Spee de 5mm; siendo similar el cambio cuando se niveló la curva en las demás profundidades. En relación a los demás efectos (longitud de arco, ancho intercanino y ancho intermolar) también se observó un aumento en los mismos; pero fueron menores a los dos antes mencionados. Finalmente en relación a la corrección de la curva de Spee observamos que se corrigió adecuadamente de acuerdo a cada profundidad; siendo mayor la corrección en la curva de 5mm. **(Tabla 2)**

En relación al arco de intrusión de Burstone se pudo observar los cambios en los efectos producidos a nivel de la arcada mandibular al nivelar la curva de Spee de 4 profundidades distintas (2,3,4 y 5mm); mostrando el valor promedio en cada efecto así como su desviación estándar correspondiente. También se observaron los resultados de las mediciones realizadas en los 3 tiempos antes mencionados (T1, T2 y T3); apreciando un cambio pequeño y gradual entre cada uno de ellos. En relación a la corrección de la curva de Spee, a diferencia del arco de curva reversa; en este caso se logró una curva de Spee final menor de 2 mm en los tyodonts que presentaron menor profundidad de la curva;

sin embargo no se pudo lograr una nivelación adecuada (menor a 2mm) en los de 5mm. **(Tabla 3)**

También se pudo observar la variación total en los efectos producidos en el arco mandibular al usar el arco de intrusión de Burstone; donde podemos apreciar que el efecto que se produjo en mayor medida fue el de proinclinación incisiva.

Así también se observa que se produjo un aumento en perímetro y longitud de arco independientemente del nivel de profundidad inicial. En relación al ancho intercanino no se observó variaciones, a excepción de la curva de 5mm donde hubo un aumento mínimo. En relación al ancho intermolar se observó una disminución del mismo al nivelar las diferentes profundidades; la cual fue mayor en una curva de Spee inicial de 2mm. Finalmente en relación al grado de corrección de la curva de Spee, se observó una corrección de la misma entre 1.3 a 2mm; independientemente del nivel de profundidad inicial. **(Tabla 4)**

Dentro de nuestros resultados; también se puede observar la comparación en la variación de los efectos producidos en el arco mandibular al nivelar una curva de Spee de diferentes profundidades (2,3,4 y 5mm) usando tanto el arco de curva reversa como el arco de intrusión de Burstone con sus respectivas medias y desviación estándar correspondiente; mostrando la variación entre las medidas iniciales (T1) y medias (T2), con el valor de D1( Diferencia 1), así como la variación entre las medidas iniciales (T1) y finales (T3), con el valor de D2 (Diferencia 2). Se muestran también los valores donde se observaron diferencias estadísticamente significativas al emplear ambas mecánicas. **(Tabla 5)**

Finalmente de una manera más detallada; en nuestra última tabla se observa la comparación en los efectos producidos en el arco mandibular al emplear las dos mecánicas distintas; observando la variación de los resultados entre los diferentes tiempos de medición (T2 y T3) en razón a las medidas iniciales (T1), así como el valor de significancia (p) donde apreciamos lo siguiente: En relación a la proinclinación incisiva se observó diferencia estadísticamente significativa entre las dos mecánicas al nivelar una curva de Spee de 5 mm, siendo significativamente mayor la proinclinación en el grupo de curva reversa. En relación a la longitud de arco no se observaron diferencias estadísticamente significativas al nivelar curvas entre 2 a 4 mm; sin embargo en la profundidad de 5 mm se observaron diferencias tanto en las medidas intermedias como finales siendo éstas mayores en el arco de curva reversa.

En relación al perímetro de arco se observó diferencia estadísticamente significativa entre ambas mecánicas al nivelar una curva de Spee acentuada de 5mm; siendo mayor el aumento producido al utilizar el arco de curva reversa. En relación a la distancia

intercanina también se observó diferencias estadísticamente significativas entre ambas mecánicas sobre todo al nivelar curvas con profundidades de 2 y 3mm; encontrando un aumento del mismo al emplear arco de curva reversa, de lo contrario con el arco de intrusión de Burstone los cambios no fueron significativos.

En relación al ancho intermolar también se observó diferencias estadísticamente significativas al emplear ambas mecánicas, observándose un ligero aumento del mismo con el arco de curva reversa; de lo contrario al usar arco de intrusión de Burstone esta medida disminuyó. Finalmente en relación al grado de corrección de la curva de Spee se observó diferencia estadísticamente significativa entre ambas mecánicas sobre todo a medida que aumentaba la profundidad; observándose una mayor corrección final de la profundidad al utilizar el arco de curva reversa en comparación con el arco de intrusión de Burstone; siendo la diferencia estadísticamente significativa sobre todo al corregir una curva de Spee de 5mm. **(Tabla 6)**

**TABLA 1. Cambios en los efectos producidos en el arco mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm utilizando la mecánica de curva reversa.**

Efectos	Profundidad							
	2		3		4		5	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Proinclinación incisiva T1°	93.75	2.06	85.43	0.51	84.88	1.44	86.33	2.07
Proinclinación incisiva T3	100.5	1.73	90.15	2.21	90.4	0.85	102.93	4.01
Longitud arco T1(mm)	20	0	20	0	19.5	0	20.63	0.48
Longitud arco T2	20.88	0.25	20.88	0.25	21	0	21.5	0.58
Longitud arco T3	21	0	20.88	0.25	21	0	21.75	0.87
Perímetro arco T1(mm)	100.25	0.96	100.75	0.5	100	0	100.5	0.58
Perímetro arco T2	102	0.82	102	0	102.25	0.5	104.5	0.58
Perímetro arco T3	102.5	0.58	102	0	102.25	0.5	104.75	0.96
Distancia intercanina T1(mm)	25	0	25	0	25	0	24.75	0.5
Distancia intercanina T2	26	0	25.75	0.5	25.5	0.58	26.63	1.11
Distancia intercanina T3	26.25	0.5	25.75	0.5	25.25	0.5	26.63	1.11
Distancia intermolar T1(mm)	36	0	36.38	0.48	36	0	36	0
Distancia intermolar T2	36	0	36.13	0.25	37	0	36.38	0.48
Distancia intermolar T3	36	0	36.25	0.29	37	0	36.63	0.48
Curva Spee T1 (mm)	2	0	3	0	4	0	5	0
Curva Spee T2	0.8	0.24	1.36	0.53	2	0.71	2	0.82
Curva Spee T3	0.88	0.75	0.55	0.1	1.3	0.36	0.95	0.1

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

**TABLA 2: Variación total en los efectos producidos en el arco mandibular de acuerdo a las diferentes profundidades de curva de Spee al utilizar arco de curva reversa.**

EFECTOS	Profundidad											
	2			3			4			5		
	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación
Proinclinación incisiva (Grados°)	93.75	100.5	6.75	85.425	90.15	4.725	84.875	90.4	5.525	86.325	102.925	16.6
Longitud arco (mm)	20.00	21.00	1.00	20.00	20.88	0.88	19.50	21.00	1.50	20.63	21.75	1.13
Perímetro de arco (mm)	100.25	102.50	2.25	100.75	102.00	1.25	100.00	102.25	2.25	100.50	104.75	4.25
Ancho intercanino (mm)	25.00	26.25	1.25	25.00	25.75	0.75	25.00	25.25	0.25	24.75	26.63	1.88
Ancho intermolar (mm)	36.00	36.00	0.00	36.38	36.25	-0.13	36.00	37.00	1.00	36.00	36.63	0.63
Corrección Curva Spee (mm)	2.00	0.88	1.13	3.00	0.55	2.45	4.00	1.30	2.70	5.00	0.95	4.05

**TABLA 3. Cambios en los efectos producidos en el arco mandibular de acuerdo a las diferentes profundidades de curva de Spee al utilizar arco de intrusión continuo de Burstone.**

Efectos	Profundidad							
	2		3		4		5	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Proinclinación incisiva T1°	88.5	1	100	1.83	86.25	1.66	94.18	1.29
Proinclinación incisiva T3	95.13	1.65	100.98	1.86	93.55	4.58	97.05	3.52
Longitud arco T1(mm)	20	0	20	0	19.63	0.25	20.5	0
Longitud arco T2	21	0	21	0	21	0.82	20.88	0.25
Longitud arco T3	21	0	21.25	0.5	21	0.82	21	0
Perímetro arco T1(mm)	101	0	101	0	100.5	1	100.5	0.58
Perímetro arco T2	102	0	101.75	0.5	102.25	0.96	102.25	0.5
Perímetro arco T3	102.25	0.5	102	0	103	1.15	102.75	0.5
Distancia intercanina T1(mm)	25	0	25	0	25	0	24.75	0.5
Distancia intercanina T2	25	0	25	0	25	0	25	0
Distancia intercanina T3	25	0	25	0	25	0	25	0
Distancia intermolar T1(mm)	36	0	36.63	0.48	36	0	36.13	0.25
Distancia intermolar T2	35	0.41	36	0	35.13	0.63	36	0
Distancia intermolar T3	34.88	0.63	36	0	35	0.82	35.75	0.5
Curva Spee T1(mm)	2	0	3	0	4	0	5	0
Curva Spee T2	1	0	2.13	0.25	2.83	0.47	3.7	0.48
Curva Spee T3	0.25	0.21	1.63	0.25	1.95	0.42	3.13	0.25

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

**Tabla 4: Variación total en los efectos producidos en el arco mandibular de acuerdo a las diferentes profundidades de curva de Spee con arco de intrusión de Burstone.**

EFECTOS	Profundidad											
	2			3			4			5		
	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación
Proinclinación incisiva (Grados°)	88.5	95.13	6.63	100	100.98	0.97	86.25	93.55	7.3	94.18	97.05	2.88
Longitud arco (mm)	20.00	21.00	1.00	20.00	21.25	1.25	19.63	21.00	1.38	20.50	21.00	0.50
Perímetro de arco (mm)	101.00	102.25	1.25	101.00	102.00	1.00	100.50	103.00	2.50	100.50	102.75	2.25
Ancho intercanino (mm)	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	0.00	24.75	25.00	0.25
Ancho intermolar (mm)	36.00	34.88	-1.13	36.63	36.00	-0.63	36.00	35.00	-1.00	36.13	35.75	-0.38
Corrección Curva Spee (mm)	2.00	0.25	1.75	3.00	1.63	1.38	4.00	1.95	2.05	5.00	3.13	1.88

**TABLA 5. Comparación de los efectos producidos en el arco mandibular entre arco de curva reversa y arco de intrusión de Burstone.**

Efectos	Profundidad															
	2				3				4				5			
	Curva Reversa		Arco de intrusión de Burstone		Curva reversa		Arco de intrusión de Burstone		Curva reversa		Arco de intrusión de Burstone		Curva Reversa		Arco de intrusión de Burstone	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Proinclinación incisiva° D2	6.75	0.5	6.63	1.6	4.73*	1.75	0.98	0.73	5.53	1.26	7.3	5.25	16.60*	2.38	2.88*	2.25
Longitud arco D1(mm)	0.88	0.25	1	0	0.88	0.25	1	0	1.5	0	1.38	0.85	0.88*	0.25	0.38*	0.25
Longitud arco D2	1	0	1	0	0.88	0.25	1.25	0.5	1.5	0	1.38	0.85	1.13*	0.48	0.50*	0
Perímetro arco D1(mm)	1.75	1.5	1	0	1.25	0.5	0.75	0.5	2.25	0.5	1.75	0.96	4.00*	0	1.75*	0.5
Perímetro arco D2	2.25	1.26	1.25	0.5	1.25	0.5	1	0	2.25	0.5	2.5	1	4.25*	0.5	2.25*	0.96
Distancia intercanina D1 (mm)	1	0	0	0	0.75*	0.5	0.00*	0	0.5	0.58	0	0	1.88	1.31	0.25	0.5
Distancia intercanina D2	1.25*	0.5	0.00*	0	0.75*	0.5	0.00*	0	0.25	0.5	0	0	1.88	1.31	0.25	0.5
Distancia intermolar D1 (mm)	0.00*	0	-1.00*	0.41	-0.25	0.65	-0.63	0.48	1.00*	0	-0.88*	0.63	0.38	0.48	-0.13	0.25
Distancia intermolar D2	0.00*	0	-1.13*	0.63	-0.13	0.75	-0.63	0.48	1.00*	0	-1.00*	0.82	0.63*	0.48	-0.38*	0.48
Curva Spee D1 (mm)	1.2	0.24	1	0	1.64	0.53	0.88	0.25	2	0.71	1.18	0.47	3.00*	0.82	1.30*	0.48
Curva Spee D2	1.13	0.75	1.75	0.21	2.45*	0.1	1.38*	0.25	2.7	0.36	2.05	0.42	4.05*	0.1	1.88*	0.25

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

\*Prueba de T de Student (p<0.05).



**TABLA 6: Comparación de medias y Valor de significancia (p) de los efectos producidos con curva reversa y arco de Intrusión de Burstone.**

Efectos	Profundidad											
	2			3			4			5		
	Curva reversa	Arco de intrusión	Valor p	Curva reversa	Arco de intrusión	Valor p	Curva reversa	Arco de intrusión	Valor p	Curva reversa	Arco de intrusión	Valor p
X	X	(p)	X	X	(p)	X	X	(p)	X	X	(p)	
Proinclinación D2	6.75	6.63	0.89	4.73*	0.98	0.016*	5.53	7.30	0.55	16.60*	2.88*	0.000*
Longitud arco D1	0.88	1.00	0.36	0.88	1.00	0.36	1.50	1.38	0.78	0.88*	0.38*	0.030*
Longitud arco D2	1.00	1.00		0.88	1.25	0.23	1.50	1.38	0.78	1.13*	0.50*	0.040*
Perímetro arco D1	1.75	1.00	0.36	1.25	0.75	0.21	2.25	1.75	0.40	4.00*	1.75*	0.000*
Perímetro arco D2	2.25	1.25	0.19	1.25	1.00	0.36	2.25	2.50	0.68	4.25*	2.25*	0.017*
Distancia intercanina D1	1.00	0.00		0.75*	0.00*	0.024*	0.50	0.00	0.13	1.88	0.25	0.09
Distancia intercanina D2	1.25*	0.00*	0.002*	0.75*	0.00*	0.024*	0.25	0.00	0.36	1.88	0.25	0.09
Distancia intermolar D1	0.00*	-1.00*	0.016*	-0.25	-0.63	0.39	1.00*	-0.88*	0.009*	0.38	-0.13	0.13
Distancia intermolar D2	0.00*	-1.13*	0.037*	-0.13	-0.63	0.30	1.00*	-1.00*	0.016*	0.63*	-0.38*	0.025*
Curva Spee D1	1.20	1.00	0.15	1.64	0.88	0.06	2.00	1.18	0.11	3.00*	1.30*	0.017*
Curva Spee D2	1.13	1.75	0.16	2.45*	1.38*	0.001*	2.70	2.05	0.06	4.05*	1.88*	0.000*

**\*Prueba de T de Student (p<0.05).**

## VIII. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, cuyo propósito fue comparar los efectos producidos en el arco mandibular en 32 typodonts ortodónticos al utilizar dos mecánicas diferentes (arco de curva reversa y arco de intrusión de Burstone); los resultados nos mostraron que hubo diferencias significativas en las variables ya sea al nivelar la curva de Spee de distintas profundidades utilizando la misma mecánica, o al nivelar la curva usando las dos mecánicas ya mencionadas. Por lo tanto se encontraron diferencias en relación tanto a la profundidad como a la mecánica empleada.

En relación a la eficacia y cantidad de corrección de la curva de Spee; Preston y col.<sup>3</sup> en el 2008 realizaron un estudio en pacientes con maloclusión Clase II Div. 1 tratados sin extracciones, donde compararon la estabilidad y algunos efectos a nivel ocluso-mandibular al nivelar la curva de Spee con dos mecánicas diferentes: mecánica de arco continuo mediante el uso del arco de Alexander, similar a una curva reversa y la mecánica bioprogresiva de arco seccional de Bench. Ellos observaron que ambas mecánicas fueron eficientes para nivelar la curva de Spee moderada en dichos pacientes; logrando la mecánica de arco continuo una nivelación adecuada de la curva en el 71% de los pacientes, mientras que la otra mecánica lo hizo en un 69%.

Dichos resultados pueden ser en cierta medida comparados con nuestro estudio, en el cual el arco de curva reversa representa la mecánica de arco continuo, y el arco de intrusión de Burstone corresponde a una mecánica segmentada, donde también se observó la eficacia de ambas mecánicas al nivelar la curva de Spee. Sin embargo cabe destacar que las curvas de Spee de mayor profundidad se corrigieron en mayor medida y con mayor rapidez al utilizar el arco de curva reversa; pudiendo atribuir dicho resultado al efecto tanto de extrusión a nivel premolar como de intrusión e inclinación incisiva, a diferencia de la otra mecánica donde el principal efecto sería la intrusión.<sup>6</sup>

En relación a los efectos producidos al nivelar la curva de Spee; el que se observó en mayor grado al utilizar ambas mecánicas fue el aumento en la proinclinación incisiva, el cual fue superior al nivelar la curva de mayor profundidad (5mm) y al utilizar la mecánica de arco de curva reversa.

Dicho efecto ha sido encontrado también por otros autores; es así que Ahmed y Nazir <sup>6</sup> en el 2011 al evaluar la diferencia entre arco continuo y arco segmentado; observaron que uno de los principales efectos del arco continuo (curva reversa) fue la inclinación hacia labial de los incisivos. Cabe mencionar que este efecto se produjo a pesar que se amarró el sector anterior con ligadura metálica; de igual manera que en nuestro estudio.

Finalmente los autores mencionan que el arco continuo mediante una curva reversa nivela la curva de Spee no sólo por intrusión del segmento anterior, sino también por inclinación anterior y extrusión posterior a nivel de premolares, lo cual daría como resultado un plano oclusal más estable y una mayor corrección de la curva de Spee; sobre todo en aquellas de mayor profundidad, tal como se observó en nuestro estudio, sobre todo en las curvas de 5mm, las cuales fueron corregidas de manera adecuada con el uso de dicho arco.

Rodrigues<sup>31</sup> menciona también que la mecánica de curva reversa es eficaz para lograr la nivelación y que al aplicarla se logran principalmente efectos a nivel incisivo y molar: a nivel incisivo observó una clara proinclinación de las piezas anteriores.

Ferdinand y col.<sup>55</sup> de igual manera asocian la nivelación de la curva de Spee principalmente con dos factores: el aumento en la circunferencia o perímetro de arco y labioversión de los incisivos mandibulares. De igual manera que Proffit<sup>57</sup> y Germane<sup>56</sup>; quienes mencionan que por cada milímetro en la corrección de la curva de Spee, se necesita al menos de 1 mm de longitud en el arco, y que casi siempre para la creación de dicho espacio ocurre una labioversión o inclinación de las piezas ánteroinferiores.

Sifakakis y col.<sup>4</sup> en el 2009 realizaron un estudio con el objetivo de comparar las fuerzas intrusivas y la inclinación incisiva usando diferentes mecánicas de intrusión tales como: arco utilitario de 0,016x0,016” en Elgiloy azul sin tratamiento térmico, arco utilitario en TMA 0,017X0,025” y arco de intrusión de Burstone en TMA 0,017X0,025”. Para dicho estudio utilizaron modelos dentales y realizaron una intrusión de 1.5mm. Cabe mencionar que el arco de intrusión de Burstone lo realizaron con un loop de 3 mm a mesial de los tubos molares, y se le dio una activación de 45 grados con una fuerza de intrusión aproximada de 60 gramos; lo cual también se realizó de manera similar en nuestro estudio; observando que tanto la fuerza de intrusión como la inclinación incisiva fueron menores al utilizar el arco de intrusión de Burstone en comparación con los arcos utilitarios. De manera similar en nuestro estudio al comparar el arco de curva reversa con el arco de Intrusión de Burstone, se observó una menor inclinación incisiva en este último.

Esto puede deberse principalmente a diversos factores; ya que se genera menos fuerza al utilizar arcos de TMA; debido al coeficiente carga-deflexión, además también la incorporación de los loops y el hecho que el arco se ligue a un arco seccional y no directamente en los brackets anteriores puede explicar el menor momento de inclinación vestibulolingual anterior. Así también la decisión de realizar loops en el arco de TMA fue

porque se trabajó en un modelo de cera el cual ofrece menor resistencia; por lo que se tuvo un mayor control de las fuerzas.

Pandis y col.<sup>5</sup> en el 2010 al usar un arco continuo en pacientes tratados sin extracciones; observaron también que la inclinación de los incisivos inferiores aumentó de manera significativa. Ellos mencionaron que la corrección de la curva de Spee se debió principalmente a la extrusión premolar y proinclinación incisiva, con cambios mínimos en el ancho de arco; mostrando que para 1 mm de nivelación, los incisivos se inclinaron 4 grados aproximadamente.

Finalmente Rizvi y col.<sup>7</sup> en el 2013 en su estudio realizado en pacientes de 10 a 16 años de edad con maloclusión Clase II Div. 1 donde emplearon un arco de curva reversa de acero inoxidable de 0,018" para nivelar la curva de Spee; observaron cambios significativos a nivel de premolares mostrándose la extrusión de los mismos, así como la protrusión ( $2.38 \pm 1.99$  mm) e inclinación de los incisivos ( $9.87 \pm 19.17^\circ$ ), con la consecuente reducción del overbite y overjet. Los autores concluyeron que el uso del arco de curva reversa es eficaz para la corrección de la curva de Spee, logrando dicha corrección por proinclinación y protrusión incisiva.

Cabe mencionar que la mayoría de los estudios presentados fueron realizados en pacientes principalmente con Maloclusión Clase II Div. 1, donde se utilizaron diferentes mecánicas tales como: arco de curva reversa, arco continuo o arco segmentado. Sin embargo todos relatan la importancia del efecto de proinclinación incisiva observado al nivelar la curva de Spee. Este efecto al igual que en nuestro estudio fue mayor y significativo al emplear el arco de curva reversa o un arco continuo, debido a factores mencionados anteriormente, tales como el ligado del arco a los propios brackets en este caso a diferencia de la otra técnica.

En nuestro estudio a diferencia de los anteriores la evaluación no se realizó en pacientes, sino en tyodonts metálicos, pudiendo tener un mejor control de las variables; sin embargo no se tomó en cuenta la evaluación a nivel de premolares, característica que mencionan los autores es resaltante al momento de corregir la curva de Spee con el uso de una curva reversa; así también no se tomó en cuenta mediciones verticales detalladas tales como: intrusión a nivel incisivo y extrusión premolar; basándonos principalmente en efectos de inclinación anterior, cambios transversales en la arcada mandibular así como cantidad de corrección de la curva; ya que lo que se quiso evaluar fueron efectos adversos y no la cantidad de intrusión y/o extrusión.

En relación a otros efectos producidos en la arcada mandibular tales como variaciones en: Perímetro de arco, longitud de arco, ancho intercanino e intermolar también podemos realizar ciertas comparaciones con otros estudios.

Germane y col.<sup>56</sup> en 1992 evaluaron la relación entre las variaciones a nivel de ancho intercanino e intermolar; así como en la longitud de arco por avance incisivo sobre el perímetro de arco mandibular; donde observaron que aumentar la longitud del arco de la línea media por el avance de los incisivos fue casi cuatro veces más eficaz en el aumento del perímetro del arco que la expansión molar, así también mencionan que la expansión canina tuvo un efecto intermedio. Por lo tanto concluyeron que la inclinación incisiva, no sólo produce un aumento en la longitud de arco, sino que trae consigo también un aumento significativo a nivel del perímetro de arco; estableciendo una correlación entre éstas variables.

En nuestro estudio si bien no se evaluó la relación o asociación entre cada uno de los cambios, se pudo observar que el incremento fue directamente proporcional, observando un aumento en la inclinación incisiva, longitud de arco, perímetro de arco y cambios mínimos a nivel de ancho intercanino e intermolar. Por lo tanto de manera similar al estudio de Germane vemos que se produce un aumento en la longitud de arco, principalmente a partir de la inclinación incisiva hacia delante, lo cual trae consigo también un aumento en el perímetro de arco, acompañándose además de cambios a nivel del ancho intercanino e intermolar pero en menor magnitud.

Steiner<sup>58</sup> y Ricketts<sup>37</sup> propusieron que 1 mm de avance a nivel de incisivo inferior produce 2 mm de longitud del arco. Además, 1 mm de expansión canina produce 1 mm de espacio en arco; así como 1 mm de expansión molar da como resultado un aumento de 0,25 mm en la longitud del arco; coincidiendo con el estudio anterior en que el aumento de perímetro y/o longitud de arco se produce principalmente por inclinación incisiva seguido de expansión canina.

Así también Clifford y col.<sup>2</sup> en 1999 al evaluar arcos de curva reversa en acero inoxidable de 0,018x0,025" de diferentes profundidades (1,2,3,4 y 5mm) para nivelar la curva de Spee en un modelo fotoelástico; observaron que la longitud del arco aumentó ligeramente durante cada uno de los experimentos: una curva inversa de 1 mm aumentaba la longitud del arco en 1,6 mm, pero aumentar la curva inversa de Spee a 5 mm no aumentaba aún más la longitud del arco. En relación al ancho intercanino, sólo se observaron cambios muy pequeños, que fueron desde un aumento en la distancia intercanina de 0,2 mm a una reducción de 0,9 mm. De igual manera en la distancia intermolar los cambios fueron pequeños.

En nuestro estudio; al igual que el estudio de Clifford, al usar el arco de curva reversa se observó un aumento en la longitud de arco, el cual no se incrementó de manera significativa al aumentar la profundidad de la curva de Spee. Sin embargo el valor que sí se incrementó de manera significativa al corregir una mayor profundidad de 5mm fue el perímetro de arco; este hecho podría explicarse tal como se mencionó anteriormente a que este valor suele incrementarse; sobre todo al usar el arco de curva reversa debido a los cambios en la inclinación incisiva así como el aumento a nivel del ancho intercanino; ya que se hace uso de un arco continuo. Observándose que el ancho intercanino y la proinclinación incisiva fue mayor al nivelar una profundidad de 5mm, aumentando así el perímetro de arco al aumentar la profundidad de la curva.

Preston y col.<sup>3</sup> observaron que al utilizar tanto arco continuo como arco seccional, se producen aumentos mínimos en el ancho intercanino inferior y longitud de arco, los cuales a la evaluación post-tratamiento no tuvieron cambios significativos.

De igual manera Pandis y col.<sup>5</sup> en el 2010 al nivelar la curva de Spee con un arco continuo observaron un aumento tanto en el ancho intercanino como intermolar el cual fue mínimo y no significativo. Por lo tanto concluyeron que la corrección de la curva de Spee se debió principalmente a la inclinación incisiva con cambios mínimos en las dimensiones transversales del arco, las cuales según ellos fueron simplemente cambios coincidentes.

En nuestro estudio; en relación a los cambios en el ancho intercanino y ancho intermolar; sí hubo diferencias al utilizar ambas mecánicas. En relación al ancho intercanino este aumentó ligeramente al usar el arco de curva reversa, de manera similar al estudio de Preston<sup>3</sup> y Pandis<sup>5</sup>, así también se observó que el aumento fue mayor al nivelar la curva de 5mm. Sin embargo al utilizar el arco de intrusión de Burstone, a diferencia del estudio de Preston<sup>3</sup>; en nuestro estudio no se observó cambio alguno, salvo en la curva de 5 mm donde el cambio fue realmente mínimo. Estos resultados podrían explicarse debido a que el arco de curva reversa se coloca en los brackets de todas las piezas dentarias incluyendo caninos, donde se observó un ligero efecto de expansión, a diferencia del arco de intrusión de Burstone el cual sólo se coloca a nivel anterior y a nivel de los molares; dejando libres caninos y premolares.<sup>32,5</sup>

En relación al ancho intermolar; en nuestro estudio también se observaron diferencias significativas entre ambas mecánicas, donde al usar el arco de curva reversa se observó un ligero aumento del mismo; similar al estudio de Pandis<sup>5</sup>; sin embargo al utilizar el arco de intrusión de Burstone se observó una ligera disminución del ancho intermolar en todas las profundidades de la curva de Spee; este resultado podría explicarse debido

a que el arco de intrusión de Burstone se ancla directamente en los molares, lugar donde se realiza también la activación de 45 grados; pudiendo haber producido un efecto de contracción a ese nivel; sin embargo no se encontraron estudios que relaten este suceso en particular.

Así también cabe mencionar que el perímetro de arco aumentó en mayor medida al utilizar el arco de curva reversa en comparación con el arco de intrusión de Burstone, pudiendo explicar este resultado debido a que en el primer caso el aumento en el perímetro de arco se vió favorecido por la mayor inclinación incisiva así como el aumento en el ancho intercanino e intermolar obtenidos con esta mecánica; a diferencia del arco de intrusión de Bustone, donde la inclinación incisiva fue menor sin variaciones a nivel canino y cambios negativos a nivel molar.

Finalmente en relación a la decisión del uso de las mecánicas antes mencionadas, cabe resaltar la importancia del diagnóstico y la necesidad de tratamiento de acuerdo a cada caso en particular, ya que se ha observado que ambas mecánicas si bien son efectivas para la corrección de la curva de Spee lo realizan en base a mecanismos diferentes.

Ng y col.<sup>43</sup> en su artículo del 2005 mencionan la diferencia entre intrusión relativa y absoluta; donde explican que la intrusión relativa de los incisivos se logra mediante la inclinación labial de los mismos y la extrusión de otros dientes en el arco sin ninguna intrusión real o significativa, como con el arco de curva reversa. También hacen mención de la intrusión absoluta como aquella donde existe intrusión pura de los incisivos sin extrusión de dientes posteriores; mencionando que este tipo de movimiento se puede lograr principalmente con el uso de miniimplantes o también usando mecánicas bypass o segmentadas, ya que tenemos un mejor control de fuerzas.

Goel y col.<sup>8</sup> realizaron un estudio en pacientes con mordida profunda; donde utilizaron 3 mecánicas diferentes de intrusión: arco utilitario de Ricketts, arco de intrusión y retracción de Kalras (ambos en TMA 0,017X0,025”) y arco de curva reversa en Niti 0,016x0,022”. Los resultados mostraron que la verdadera intrusión media lograda con el arco utilitario fue mayor con una media de 1.6mm; con el arco de Kalras fue de 1.25mm, y finalmente con el arco de curva reversa fue de tan sólo 0.70mm. En relación a la reabsorción radicular, el arco utilitario tuvo una mayor reabsorción media de 1.56mm, en comparación con el de Kalra que fue de 1.08mm y la curva reversa con 0.96mm. Se concluyó que tanto la velocidad de intrusión como la reabsorción radicular son mayores con el arco utilitario. En el caso del arco de curva reversa, no se produjo una intrusión significativa, considerándose mas como una intrusión relativa obtenida a partir de una proinclinación incisiva.

Rozzi y col.<sup>9</sup> realizaron un estudio en sujetos con diferentes patrones esqueléticos verticales (ángulo bajo, normal y alto), tratados sin extracciones y con una curva de Spee de 2 mm o más antes del tratamiento. Los autores observaron que el grupo de ángulo bajo mostró movimientos bucales significativos e intrusión de incisivos inferiores, a diferencia del grupo de ángulo alto donde se observó mayor extrusión de dientes posteriores asociado a la posición vertical de las molares. Finalmente concluyeron que en sujetos de ángulo bajo, la nivelación de la curva de Spee ocurre principalmente a través de inclinación e intrusión incisiva, a diferencia de los de ángulo alto, donde se produce por extrusión y verticalización de los dientes posteriores; factores que debemos tomar en cuenta durante la planificación de tratamiento.

Es por ello que antes de decidir la mecánica a usar, debemos realizar un adecuado diagnóstico y determinar las características individuales de nuestros pacientes, así también como el plan de tratamiento más adecuado de acuerdo al caso; ya que si bien el arco de curva reversa nos brinda una adecuada corrección de la misma, lo hace en base a la proinclinación incisiva y extrusión posterior. De la misma manera al usar la otra mecánica con el arco de intrusión de Burstone, donde el arco no se coloca en los brackets de todas las piezas dentarias; si bien se produce cierta proinclinación incisiva; ésta es menor a la de la primera mecánica; pudiendo corregir la profundidad de la curva de Spee principalmente por intrusión acompañada de proinclinación incisiva, mas no por extrusión posterior.

Por último cabe destacar que el presente estudio, si bien fue un estudio in vitro realizado en typodonts y no en pacientes, fue eficaz para poder observar las diferencias y los efectos producidos en la arcada mandibular al aplicar las dos mecánicas estudiadas, ya que se realizaron procedimientos y medidas precisas y estandarizadas para poder obtener así resultados confiables y con utilidad clínica. Y si bien son mecánicas diferentes; se cumplió con el objetivo de conocer si son eficaces para nivelar la curva de Spee de diferentes profundidades; así como conocer si se producen efectos mandibulares como consecuencia de la nivelación; y si existen diferencias en éstos al aplicar ambas mecánicas.



## **IX. CONCLUSIONES**

Del presente estudio de investigación se concluye lo siguiente:

1. Al nivelar la curva de Spee de distintas profundidades y al utilizar 2 mecánicas diferentes tales como: arco de curva reversa y arco de intrusión de Burstone existen diferencias en los efectos producidos a nivel de la arcada mandibular.
2. Al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm usando la mecánica de arco de intrusión de Burstone se produce un aumento significativo en la proinclinación incisiva, con aumentos menores en el perímetro y longitud de arco; así como una ligera disminución en el ancho intermolar.
3. Al nivelar una curva de Spee de 2 a 5mm usando la mecánica de arco de curva reversa se produce un aumento significativo en la proinclinación incisiva y perímetro de arco; con aumentos menores a nivel de longitud de arco, ancho intercanino e intermolar.
4. Al comparar ambas mecánicas, se encontraron mayores cambios con el arco de curva reversa en todas las medidas; excepto para la longitud de arco donde no se encontraron diferencias significativas entre ambas mecánicas. Así también se concluye que ambas mecánicas son eficaces para corregir la curva de Spee; obteniendo una mayor corrección de la profundidad con el arco de curva reversa; indicando el uso de cada una de ellas en base a las necesidades de cada caso en particular.

## **X. RECOMENDACIONES**

Debido a que este es un estudio de utilidad clínica, se recomienda realizar estudios posteriores, de preferencia en pacientes y a largo plazo donde se pueda complementar la investigación del mismo, tomando en cuenta medidas a nivel de otras piezas dentarias como premolares así también mediciones verticales detalladas como cantidad de intrusión y extrusión para obtener resultados más específicos.

Se recomienda también realizar este tipo de estudios con un seguimiento adecuado de los pacientes para observar variaciones en relación a la estabilidad de los cambios producidos; así también comparar no sólo 2 mecánicas sino también todas aquellas de mayor uso clínico para poder determinar los efectos producidos por cada una de ellas; teniendo un adecuado control de los mismos así como conocer el grado de utilidad clínica de cada mecánica. Así mismo se recomienda la individualización de los arcos a utilizar para evitar sesgos posteriores.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

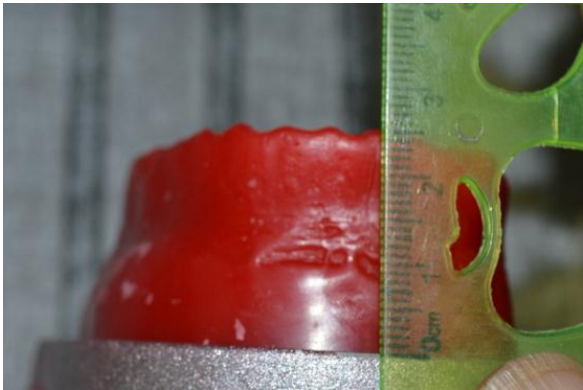
1. Germane N, Lindauer SJ, Rubenstein LK, Revere JH, Isaacson RJ. Increase in arch perimeter due to orthodontic expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100: 421–7.
2. Clifford PM, Orr JF, Burden DJ. The effects of increasing the reverse curve of Spee in a lower archwire examined using a dynamic photo-elastic gelatine model. *Eur J Orthod*. 1999; 21(3):213-22.
3. Preston CB, Maggard MB, Lampasso J, Chalabi O. Long-term effectiveness of the continuous and the sectional archwire techniques in leveling the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 133(4):550-5.
4. Sifakakis I, Pandis N, Makou M, Eliades T, Bourauel C. Forces and moments generated with various incisor intrusion systems on maxillary and mandibular anterior teeth. *Angle Orthod*. 2009 Sep;79(5):928-33.
5. Pandis N, Polychronopoulou A, Sifakakis I, Makou M, Eliades T. Effects of levelling of the curve of Spee on the proclination of mandibular incisors and expansion of dental arches: a prospective clinical trial. *Aust Orthod J*. 2010. May;26(1):61-5.
6. Ahmed I, Nazir R, Gul-e-Erum, Ahsan T. Influence of malocclusion on the depth of curve of Spee. *J Pak Med Assoc*. 2011;61(11):1056–9.
7. Rizvi B. Faisal S., Siddique H. Changes in Skeletal Dental Structures after Leveling the Curve of Spee with Continuous Archwire. *Annals Abbasi Shaheed Hospital & Karachi Medical & Dental College*. 2013;18(2):63-7.
8. Goel P, Tandon R, Agrawal KK. A comparative study of different intrusion methods and their effect on maxillary incisors. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2014 Sep-Dec;4(3):186-91.
9. Rozzi M, Mucedero M, Pezzuto C, Cozza P. Leveling the curve of Spee with continuous archwire appliances in different vertical skeletal patterns: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Apr;151(4):758-66.
10. Bishara S. *Ortodoncia*. 1era Ed. México. Editorial Mc Graw Hill; 2003.
11. Okeson J. *Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares*. 7ma Ed. Madrid. Ediciones Harcourt S.A; 2003.
12. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod*. 1972 Sep;62(3):296-309.
13. Bernstein RL, Preston CB, Lampasso J. Leveling the curve of Spee with a continuous archwire technique: a long term cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Mar;131(3):363-71.
14. Rodriguez M. Estudio de la curva de Spee en la Universidad Mariano Gálvez, Facultad De Odontología. *Aust Orthod J*. 2005; 28(1):14-6.
15. Kumar KP, Tamizharasi S. Significance of curve of Spee: An orthodontic review. *J Pharm Bioallied Sci*. 2012 Aug;4(2):323-8.
16. Mohl N, Zarb G., Carlsson G. *A textbook of occlusion*. Chicago. Quintessence Publishing Co; 1988.
17. Dawson P. *Oclusión funcional: Diseño de la sonrisa a partir de la ATM*. Vol 2 4ta Ed. California. Editorial Amolca; 2009.
18. Strang RH. *A textbook of orthodontia*. 3rd ed. Philadelphia. Lea and Febiger editorial; 1950.
19. Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino SA, Southard TE. Development of the curve of Spee. *Am J Orthod* 2008;134:344-52.
20. Bishara S, Jakobsen J., Treder J. et al. Changes in the maxillary and mandibular tooth size-arch length relationship from early adolescence to early

- adulthood (A longitudinal study). *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*1989; 95(1):46-59.
21. Ash M. Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion. 7maEd. Philadelphia: W.B. Saunders Editorial; 1993.
  22. Carter G., McNamara JA. Longitudinal dental arch changes in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 ;114(1):88-99.
  23. Nardone. J. Leveling of the curve of spee in deep overbite cases treated with the incognito lingual orthodontic appliance system: a retrospective cephalometric analysis. Vol 51(5). Canadá: Abstract international editorial; 2012.
  24. Braun S, Hnat WP, Johnson BE. The curve of Spee revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Aug;110(2):206-10.
  25. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Colombo A, Tartaglia G. Mathematical definition of the curve of Spee in permanent healthy dentitions in man. *Arch Oral Biol.* 1992;37:691-4.
  26. Ferrario VF, Sforza C, Miani A., Jr Statistical evaluation of Monson's sphere in healthy permanent dentitions in man. *Arch Oral Biol.* 1997;42:365-9.
  27. Baldrige DW. Leveling the curve of Spee: its effect on mandibular arch length. *JPO J Pract Orthod* 1969 Jan;3(1):26-41.
  28. Sondhi A, Cleall JF, BeGole EA. Dimensional changes in the dental arches of orthodontically treated cases. *Am J Orthod.* 1980 Jan;77(1):60-74.
  29. Carcara S, Preston B, Jureyda O. The Relationship Between the Curve of Spee, Relapse, and The Alexander Discipline. *Semin Orthod.* 2001;7(2):90-9.
  30. D. Marín, E. García, M. Covarrubias. Función de la curva de Spee en la oclusión dentaria. Un enfoque ortodóncico. *Rev. Tamé.*2015; 20(2):232-6.
  31. Rodrigues M., Modesto G., Henrique, e col. Emprego Racional da Biomecânica em Ortodontia: "arcos inteligentes". *Dental Press Orthodon Ortop Facial.* 2004; 11(1):122-56.
  32. Gonzales N. Porras B. Técnicas ortodóncicas : Arco de curva en reverso. *I Dental.* 2010; 12(1):81-92.
  33. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics.4taEd. St. Louis: Mosby editorial;2007.
  34. Duarte M. Biomecánica. 1raEd. Sao Paulo: Editorial Amolca;2010.
  35. Kyle R y col. Changes in the curve of Spee with treatment and at 2 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 May;125(5):589-96.
  36. Schudy F: The rotation of the mandible resulting from growth; its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1965; 35: 36-50.
  37. Ricketts RM, Bench RW, Gugino CF, Hilgers JJ, Schulhof RJ. Bioprogressive therapy. 1 Ed. St Louis: Rocky Mountain Orthodontics; 1979.
  38. Engel G, Cornforth G, Damerell JM, Gordon J, Levy P, McAlpine J, et al. Treatment of deep-bite cases. *Am J Orthod* 1980 Jan;77(1):1-13.
  39. Troncoso M. Estudio comparativo de la estabilidad de la curva de Spee pretratamiento y postretención.(tesis doctoral). Universidad San Francisco de Quito. Quito.2007.
  40. Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969;55(6):585-99.
  41. Moorrees C, Gron A, Le Bret L, Yen P, Fröhlich F. Growth studies of the dentition: A review. *Am J Orthod.*1969; 55 (6): 600-16.
  42. Parker C, Nanda R, Currier G. Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(4):382-93.
  43. Ng J, Major P, Heo G, Flores-Mir C. True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:212-19.

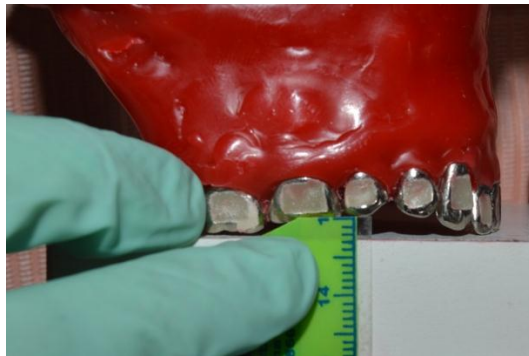
44. Nanda R, Kuhlberg A. Manejo de la maloclusión de sobremordida profunda. En: Nanda R. Biomecánicas y Estética. Amolca: Bogotá; 2007.p.131-55.
45. Cruz B., Cruz BM, Muñoz CE. Tratamiento ortodóncico de mordidas profundas. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2010; 23(1): 158-73.
46. Burstone, C. J. Biomechanics of deep overbite correction. Semin Orthod. 2001.7(1): 26-33.
47. Nanda R. The differential diagnosis and treatment of excessive overbite. Dent Clin North Am 1981;25:69-84.
48. Berg R. Stability of deep overbite correction. Eur J Orthod 1983;5:75-83.
49. Burstone, C. J. Deep overbite correction by intrusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop.1957.53(4):1-22.
50. Alqabandi A., Sadowsky C., Selke T. A comparison of continuous archwires and utility archwires for leveling the curve of Spee. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122(4):447-9.
51. Campos M, Quintão C. A, Fraga MR, Vitral RW. Avaliação do espaço adicional requerido no perímetro do arco inferior para o nivelamento da curva de Spee. Dental Press J Orthod. 2009;14(4):129-36.
52. Baratieri C, Rocha R, Campos C, Menezes L, Ribeiro GLU, Ritter D, Borgato A. Evaluation of the lower incisor inclination during alignment and leveling using superelastic NiTi archwires: A laboratory study. Dental Press J Orthod. 2012 May-June;17(3):51-7.
53. Sangcharearn Y, Ho C. Effect of Incisor Angulation on Overjet and Overbite in Class II Camouflage Treatment. A tyodont study. Angle Orthod. 2007.Nov;77(6):1011-8.
54. Vego L. A longitudinal study of mandibular arch perimeter. Angle Orthod. 1962;32:187-92.
55. Ferdinand L, Kuitert R, Zentner A. Post-treatment development of the curve of Spee. Eur J Orthod. 2006 Jun;28(3):262-8.
56. Germane N, Staggers JA, Rubenstein L, Revere JT. Arch length considerations due to the curve of Spee: a mathematical model. Am J Orthod Dentofacial Orthop.1992 Sep;102(3):251-5.
57. Proffit WR, Epker BN. Treatment planning for dentofacial deformities. In: Bell WH, Proffit WR, White RP, eds. Surgical correction of dentofacial deformities. WB Saunders. 1980; 167-70.
58. Steiner CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment: Report of a case. Am J Orthod. 1960;46:721–35.

# **ANEXO 1**

**(Fotografías del trabajo de investigación)**



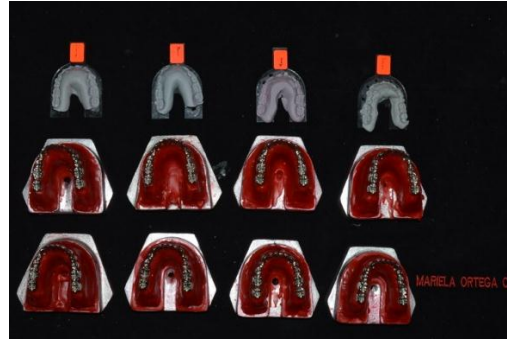
Armado de typodonts: Medición de los rodetes de cera con 2.5cm de altura anterior y posterior, y posterior enfilado de cada uno de los typodonts con dientes completamente alineados sin presencia de maloclusión.



Medición de las diferentes profundidades de la curva de Spee de manera bilateral; con la ayuda de una base sólida y una regla milimetrada.



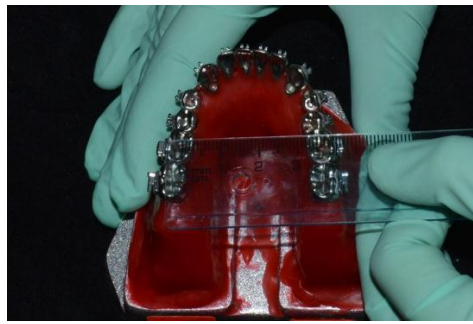
Cubeta de acrílico con agujeros de retención y toma de impresión con silicona Zeta Plus



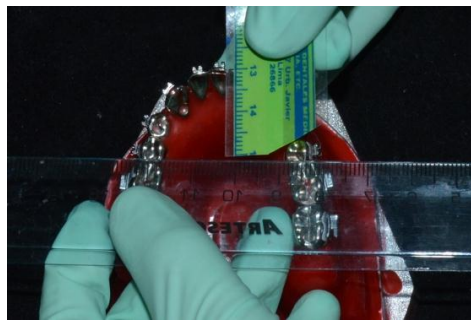
Reproducción de las diferentes profundidades de la curva para que sean iguales con la ayuda de la impresión con silicona, la cual se cortó con la ayuda de un bisturí para observar las cúspides y bordes incisales obteniendo un adecuado duplicado de las diferentes profundidades.



Separación de los grupos por nivel de profundidad y técnica a usar con la ayuda de stickers de identificación



Toma de medidas de ancho intercanino con la ayuda de un compás de puntas secas y ancho intermolar con la ayuda de una regla rígida marca Artesco.

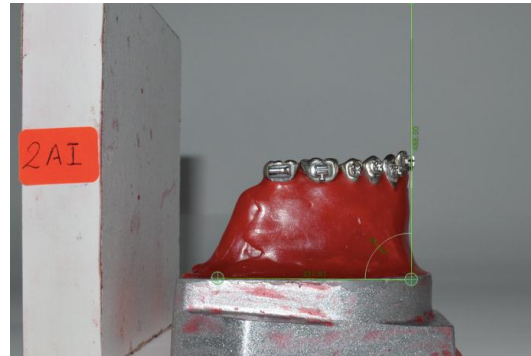


Medición de la longitud de arco colocando una regla tangente a distal de los segundos premolares y otra regla perpendicular a la anterior y que pase por el punto de contacto de incisivos centrales.



Medición del perímetro de arco colocando un pin de alambre de acero calibre 1" a nivel del reborde marginal distal de la segunda molar inferior izquierda y contorneo del arco con la ayuda de un alambre de latón.

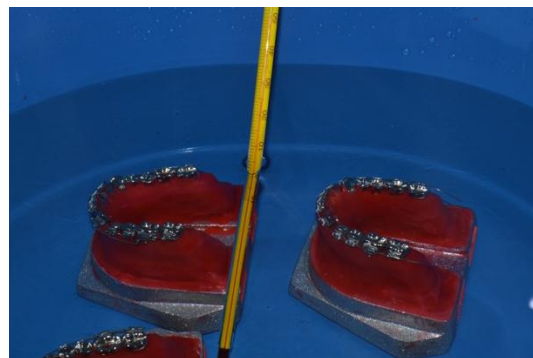




Medición de la proinclinación incisiva colocando un segmento de alambre 0,021x0,025" entre las aletas del incisivo central inferior derecho, y después medición del ángulo entre base de typodont y segmento de alambre.



Colocación de arco de intrusión de Burstone con una activación de 45 grados y curva reversa



Colocación en cuba de agua caliente a 50 C° inicialmente por 3 minutos.

# **ANEXO 2**



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

# **INFORME ESTUDIO PILOTO**

**R3: Mariela Alejandra Ortega Cordero**

**Asesor: Dr. Abraham Meneses L.**

Lima-Perú

2017

**1.- Título de estudio:** “Efectos en el arco mandibular al tratar una curva de spee de 2 a 5mm con dos procedimientos mecánicos diferentes. Estudio in vitro lima-perú. 2017”.

**2.- Muestra piloto:** 8 typodonts metálicos inferiores de ortodoncia.

**3.- Objetivo general:**

Evaluar los efectos producidos en el arco mandibular durante la nivelación de una curva de Spee entre de 2 a 5 mm de profundidad al utilizar dos procedimientos mecánicos diferentes.

**4.- Objetivos específicos:**

1.- Determinar los efectos producidos en la arcada mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm con arco de intrusión continuo de Burstone.

2.- Determinar los efectos producidos en la arcada mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm con arco de curva reversa inferior.

3.-Comparar los efectos producidos entre ambas mecánicas.

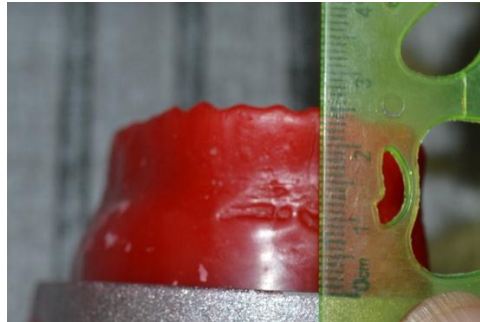
**5.- Procedimiento seguido:**

- Se obtuvo la aceptación del Comité de Ética ya que es un estudio in vitro para proceder con la ejecución del piloto.

- Se procedió a recolectar 8 typodonts de ortodoncia en buen estado con características estandarizadas, los cuales se obtuvieron de los residentes de ortodoncia de la UPCH, y fueron debidamente rotulados para su identificación.

- Se realizó el armado de los typodonts, para ello se utilizaron rodetes de cera especial para typodont de la marca TECNIDENT obtenidos de una misma casa comercial, se procedió a colocar los rodetes tomando en cuenta la línea media y las alturas de 2.5cm determinadas. Posteriormente se procedió a realizar el enfilado de los 8 typodonts usando dientes metálicos con agujero anterior para colocación de acrílico; para lo cual previamente se preparó acrílico de curado rápido y se colocó en los dientes metálicos de manera adecuada. Los dientes utilizados fueron nuevos en buenas condiciones y de la misma casa comercial.

El enfilado se realizó colocando los dientes de manera alineada, sin recrear ningún tipo de maloclusión.



- Una vez enfilados los 8 typodonts se procedió a recrear las diferentes profundidades de la curva de Spee (2 a 5 mm) en 4 de ellos. Este procedimiento se realizó por medio de extrusión de incisivos e intrusión a nivel de premolares. Para poder medir la curva de Spee con exactitud, se colocó el modelo sobre una base plana de melamine, y con la ayuda de una regla milimetrada flexible se midió a nivel de ambos premolares en ambos lados, asegurándose que la medida sea exactamente la misma. Es así que se recreó una curva de Spee de 2, 3, 4 y 5mm.



- Después de tener 4 modelos con las correspondientes curvas de Spee, se procedió a reproducir esta misma altura en los otros 4. Para asegurarse que sea la misma altura para cada grupo, con las mismas características se realizaron unas cubetas acrílicas, con las cuales se tomaron impresiones con silicona de los primeros 4 typodonts con las profundidades correspondientes. Esta impresión debía reproducir todos los bordes incisales así como las superficies oclusales; además se cortaron los excesos de silicona con bisturí para poder visualizar correctamente la posición de los dientes. Cada cubeta de impresión fue debidamente rotulada con la profundidad de cada typodont. Posteriormente

se calentó los 4 typodonts restantes y se hizo uso de las cubetas para poder reproducir con exactitud las profundidades de los primeros typodonts. Finalmente se volvió a medir para comprobar que la profundidad sea la misma y los resultados fueron satisfactorios.



- Se procedió a realizar el pegado de brackets edgewise 0,022x0,028" con Triz de acuerdo a las normas estandarizadas así también se colocaron tubos adhesivos edgewise dobles en las primeras molares inferiores y tubos adhesivos edgewise simples en las segundas molares.

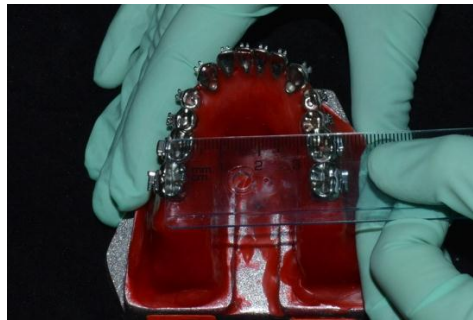
- Se rotularon todos los typodonts con la profundidad que presentaban, así también se rotularon con las iniciales de la mecánica que se iba a aplicar: arco de intrusión de burstone (AI) o curva reversa (CR).



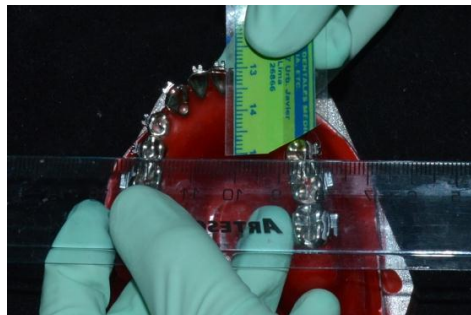
- Una vez que los typodonts tenían los brackets y tubos colocados, y estaban debidamente rotulados, se procedió a tomar las medidas iniciales de las siguientes variables: (ancho intercanino, ancho intermolar, longitud de arco, perímetro de arco y proinclinación incisiva).

Para medir el **ancho intercanino** se utilizó un compás de puntas secas, colocando las puntas en las cúspides de ambos caninos y se procedió a medir con una regla.

Para medir el **ancho intermolar** se colocó una regla rígida sobre el modelo, y se tomó la medida desde la fosa central del primer molar inferior derecho a la fosa central del primer molar inferior izquierdo.

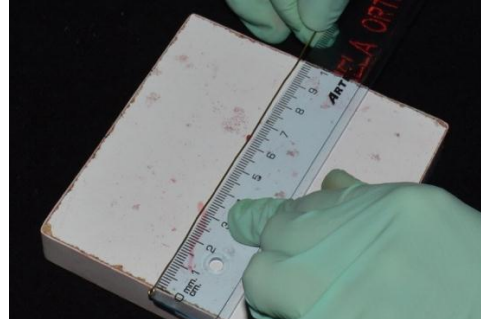


Para medir la **longitud de arco**, se colocó una regla tangente a las caras distales de los segundos premolares, y con otra regla perpendicular a la primera se midió la distancia hasta el punto de contacto entre los incisivos centrales inferiores.

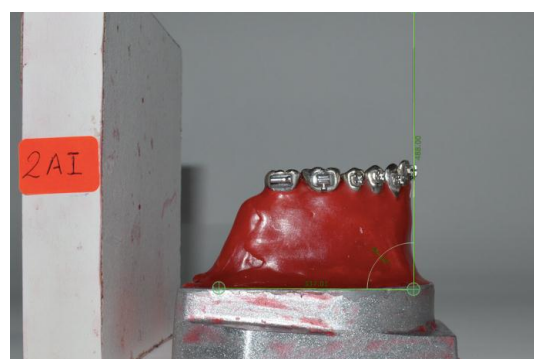


Para medir el **perímetro de arco**, se colocó un segmento de alambre redondo grueso (calibre 1") calentándolo previamente justo a nivel del margen distal de la segunda molar inferior izquierda. Se utilizó un alambre de latón con una argolla en uno de sus extremos; para la medición se colocó la argolla en el segmento de alambre y se conformó el latón de manera que pase a través de los puntos de contacto dentarios y bordes incisales. Se marcó el latón a nivel del reborde

marginal distal de la segunda molar del lado contrario, posteriormente se estiró el alambre de latón y se tomó la medida correspondiente.



Finalmente para medir la **proinclinación incisiva** se colocó un segmento de alambre de 0,021x0,025" de manera vertical entre las aletas del bracket del incisivo central inferior derecho, el cual se ligó con un módulo elástico. Posteriormente se tomaron fotografías estandarizadas del modelo a una distancia de 45 cm de la cámara. Se marcó la posición de la base del modelo así también de la cámara; para tener la misma distancia y posición en todos los modelos. Se colocó la base de melamine con un sticker indicando la profundidad y mecánica para identificar la fotografía. Posteriormente las fotos se pasaron a la computadora, y por medio del programa Screen Scales para Mac (permite medición precisa de ángulos) se procedió a medir el ángulo formado entre una línea que pasa por el borde metálico recto del typondont y el segmento de alambre.





- Una vez que se tomaron todas las medidas iniciales, se procedió a colocar los arcos de curva reversa en los 4 typodonts del grupo correspondiente. Para ello se colocaron arcos curva reversa Niti en calibre 0,016x0,022” el cual logró adaptarse a la profundidad de las curvas.

Así también se procedió a realizar los arcos de intrusión continuo de Burstone para los 4 typodonts del otro grupo, para ello se utilizó alambre TMA 0,017x0,025”, se realizó el arco anterior con los escalones laterales de 45 grados entre lateral y canino, y con el loop de 3 mm a mesial de los tubos de las primeras molares. Además se colocó un segmento de alambre de acero 0,016x0,022 estabilizando las premolares y molares y un segmento de acero de 0,019x0,025” como alambre principal a nivel de incisivos. Antes de realizar estos arcos, se realizaron dobleces anteriores de manera que se puedan calibrar las medidas exactas. Para la activación de este arco se realizó un doblez tip back de 45 grados , con lo que el arco descendió y luego se amarró con ligadura metálica al arco principal de los incisivos.

Para ambas mecánicas se amarró en “8” con ligadura metálica el segmento anterior de incisivo lateral a incisivo lateral opuesto, y el segmento posterior desde segunda molar hasta primera premolar.



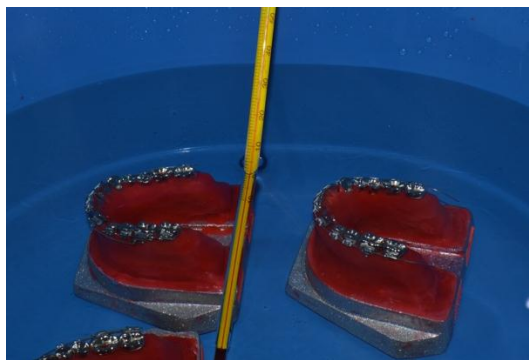
Arcos de intrusión de Burstone



Arcos de curva reversa



- Una vez colocados los arcos de ambas mecánicas, se procedió a colocar los 8 typodonts juntos para que estén en las mismas condiciones en agua caliente a temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  durante 3 minutos, y luego se colocaron en agua fría. Al retirarlos se tomaron las medidas correspondientes a ancho intercanino, ancho intermolar, longitud de arco, perímetro de arco, y curva de Spee. Posteriormente se volvieron a colocar a la misma temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  durante un mayor tiempo que fue de 6 minutos para conseguir la expresión de los arcos. Se colocaron luego en agua fría y se tomaron las medidas finales correspondientes a (ancho intercanino, ancho intermolar, longitud y perímetro de arco, proinclinación incisiva y curva de Spee final) siguiendo los mismos parámetros anteriormente descritos. La temperatura del agua fue monitoreada por medio de un termómetro especial para líquidos; asegurándose que se mantenga constante durante todo el procedimiento.



- Finalmente se registraron todos los resultados en la matriz de datos correspondiente.

## **6.- Dificultades encontradas y cambios realizados**

- En un comienzo se propuso duplicar las profundidades de la curva de Spee por medio de impresiones, derretido de cera y vaciado; sin embargo se vió que ese procedimiento era complicado y con mucha facilidad de sesgo, por lo cual se decidió optar por el método de las cubetas de impresión con silicona para reproducir exactamente la misma profundidad, lo cual resultó mas sencillo, efectivo y reproducible.
- Se observó que para el grupo de curva reversa se tuvo que usar un Niti curva reversa 0,016x0,022" ya que al tener un calibre bajo podía adapta correctamente a las diferentes profundidades, y fue suficiente para corregir las curvas de Spee presentadas.
- Una dificultad que se tuvo debido a la presencia de las diferentes profundidades de la curva de Spee fue el intentar adaptar un segmento de acero en el sector posterior desde primera premolar hasta segunda molar en el grupo de arco de intrusión continuo de Burstone; por lo que coordinado previamente con el asesor se decidió colocar un segmento de alambre de acero al menos de 0,016 x0,022" para estabilizar premolares y molares, ya que una medida a tomar en cuenta iba a ser el ancho intermolar.
- No se tuvo otro tipo de dificultad adicional, además del trabajo de laboratorio que demandó un tiempo considerado.

## 7.- Resultados:

		2 MM			3 MM			4 MM			5 MM		
		Inicial	Medio	Final	Inicial	Medio	Final	Inicial	Medio	Final	Inicial	Medio	Final
Proinclinación incisiva	CR	91°	-----	98°	85°	-----	89°	86°	-----	90°	84°	-----	99°
	AI	90°	-----	96°	99°	-----	101°	86°	-----	89°	94°	-----	97°
Longitud de arco	CR	20mm	21mm	21mm	20mm	21mm	21mm	19.5mm	21mm	21mm	20mm	21mm	21mm
	AI	20mm	21mm	21mm	20mm	21mm	21mm	20mm	21mm	21mm	20.5mm	20.5mm	21mm
Perímetro de arco	CR	99mm	103mm	103mm	101mm	102mm	102mm	100mm	102mm	102mm	100mm	104mm	104mm
	AI	101mm	102mm	103mm	101mm	101mm	102mm	102mm	103mm	104mm	100mm	102mm	103mm
Ancho intercanino	CR	25mm	26mm	26mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	27mm	27mm
	AI	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm
Ancho intermolar	CR	36mm	36mm	36mm	37mm	36mm	36mm	36mm	37mm	37mm	36mm	36mm	37mm
	AI	36mm	35mm	35mm	37mm	36mm	36mm	36mm	36mm	36mm	36mm	36mm	36mm
Corrección Curva Spee	CR	2mm	1mm	0.5mm	3mm	2mm	0.5mm	4mm	3mm	1.5mm	5mm	3mm	1mm
	AI	2mm	1mm	0mm	3mm	2.5mm	1.5mm	4mm	3.5mm	1.5mm	5mm	4mm	3mm

**8.- Conclusiones:** A partir del estudio piloto podemos concluir:

- Ambas mecánicas resultaron ser efectivas para corregir las Curvas de Spee entre 2 a 5mm de profundidad.
- Existen medidas donde no se encontró variación significativa en las dos técnicas; las cuales son: ancho intercanino, ancho internolar y longitud de arco.
- El perímetro de arco aumentó ligeramente y de manera similar en ambas mecánicas.
- Finalmente se observó que la proinclinación incisiva aumentó significativamente en ambas mecánicas, siendo ligeramente mayor en el grupo de arco de curva reversa.

# **ANEXO 4**

**TABLA 1 Cambios en los efectos producidos en el arco mandibular al nivelar una curva de Spee de 2 a 5 mm utilizando la mecánica de curva reversa.**

Efectos	Profundidad															
	2				3				4				5			
	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max
Proinclinación incisiva° T1	93.75	2.06	91.00	96.00	85.43	0.51	85.00	86.00	84.88	1.44	83.00	86.00	86.33	2.07	84.00	89.00
Proinclinación incisivaT3	100.50	1.73	98.00	102.00	90.15	2.21	87.60	92.00	90.40	0.85	89.40	91.20	102.93	4.01	99.00	107.00
Longitud arco (mm)T1	20.00	0.00	20.00	20.00	20.00	0.00	20.00	20.00	19.50	0.00	19.50	19.50	20.63	0.48	20.00	21.00
Longitud arco T2	20.88	0.25	20.50	21.00	20.88	0.25	20.50	21.00	21.00	0.00	21.00	21.00	21.50	0.58	21.00	22.00
Longitud arco T3	21.00	0.00	21.00	21.00	20.88	0.25	20.50	21.00	21.00	0.00	21.00	21.00	21.75	0.87	21.00	22.50
Perímetro arco (mm)T1	100.25	0.96	99.00	101.00	100.75	0.50	100.00	101.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.50	0.58	100.00	101.00
Perímetro arco T2	102.00	0.82	101.00	103.00	102.00	0.00	102.00	102.00	102.25	0.50	102.00	103.00	104.50	0.58	104.00	105.00
Perímetro arco T3	102.50	0.58	102.00	103.00	102.00	0.00	102.00	102.00	102.25	0.50	102.00	103.00	104.75	0.96	104.00	106.00
Distancia intercanina(mm) T1	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	24.75	0.50	24.00	25.00
Distancia intercanina T2	26.00	0.00	26.00	26.00	25.75	0.50	25.00	26.00	25.50	0.58	25.00	26.00	26.63	1.11	25.00	27.50
Distancia intercanina T3	26.25	0.50	26.00	27.00	25.75	0.50	25.00	26.00	25.25	0.50	25.00	26.00	26.63	1.11	25.00	27.50
Distancia intermolar(mm) T1	36.00	0.00	36.00	36.00	36.38	0.48	36.00	37.00	36.00	0.00	36.00	36.00	36.00	0.00	36.00	36.00
Distancia intermolar T2	36.00	0.00	36.00	36.00	36.13	0.25	36.00	36.50	37.00	0.00	37.00	37.00	36.38	0.48	36.00	37.00
Distancia intermolar T3	36.00	0.00	36.00	36.00	36.25	0.29	36.00	36.50	37.00	0.00	37.00	37.00	36.63	0.48	36.00	37.00
Curva Spee T1 (mm)	2.00	0.00	2.00	2.00	3.00	0.00	3.00	3.00	4.00	0.00	4.00	4.00	5.00	0.00	5.00	5.00
Curva Spee T2	0.80	0.24	0.50	1.00	1.36	0.53	0.75	2.00	2.00	0.71	1.50	3.00	2.00	0.82	1.00	3.00
Curva Spee T3	0.88	0.75	0.50	2.00	0.55	0.10	0.50	0.70	1.30	0.36	1.00	1.70	0.95	0.10	0.80	1.00

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

Min: Mínimo.

Max: Máximo.

# **ANEXO 5**



**TABLA 3: Cambios en los efectos producidos en el arco mandibular de acuerdo a las diferentes profundidades de curva de Spee al utilizar arco de intrusión continuo de Burstone.**

Efectos	Profundidad															
	2				3				4				5			
	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max	X	DE	Min	Max
Proinclinación incisiva ° T1	88.50	1.00	88.00	90.00	100.00	1.83	98.00	102.00	86.25	1.66	84.50	88.50	94.18	1.29	93.00	96.00
Proinclinación incisiva T3	95.13	1.65	93.50	97.00	100.98	1.86	98.50	103.00	93.55	4.58	89.00	99.40	97.05	3.52	94.00	102.00
Longitud arco (mm) T1	20.00	0.00	20.00	20.00	20.00	0.00	20.00	20.00	19.63	0.25	19.50	20.00	20.50	0.00	20.50	20.50
Longitud arco T2	21.00	0.00	21.00	21.00	21.00	0.00	21.00	21.00	21.00	0.82	20.00	22.00	20.88	0.25	20.50	21.00
Longitud arco T3	21.00	0.00	21.00	21.00	21.25	0.50	21.00	22.00	21.00	0.82	20.00	22.00	21.00	0.00	21.00	21.00
Perímetro arco (mm)T1	101.00	0.00	101.00	101.00	101.00	0.00	101.00	101.00	100.50	1.00	100.00	102.00	100.50	0.58	100.00	101.00
Perímetro arco T2	102.00	0.00	102.00	102.00	101.75	0.50	101.00	102.00	102.25	0.96	101.00	103.00	102.25	0.50	102.00	103.00
Perímetro arco T3	102.25	0.50	102.00	103.00	102.00	0.00	102.00	102.00	103.00	1.15	102.00	104.00	102.75	0.50	102.00	103.00
Distancia intercanina (mm) T1	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	24.75	0.50	24.00	25.00
Distancia intercanina T2	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00
Distancia intercanina T3	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00	25.00	0.00	25.00	25.00
Distancia intermolar (mm) T1	36.00	0.00	36.00	36.00	36.63	0.48	36.00	37.00	36.00	0.00	36.00	36.00	36.13	0.25	36.00	36.50
Distancia intermolar T2	35.00	0.41	34.50	35.50	36.00	0.00	36.00	36.00	35.13	0.63	34.50	36.00	36.00	0.00	36.00	36.00
Distancia intermolar T3	34.88	0.63	34.00	35.50	36.00	0.00	36.00	36.00	35.00	0.82	34.00	36.00	35.75	0.50	35.00	36.00
Curva Spee (mm) T1	2.00	0.00	2.00	2.00	3.00	0.00	3.00	3.00	4.00	0.00	4.00	4.00	5.00	0.00	5.00	5.00
Curva Spee T2	1.00	0.00	1.00	1.00	2.13	0.25	2.00	2.50	2.83	0.47	2.50	3.50	3.70	0.48	3.00	4.00
Curva Spee T3	0.25	0.21	0.00	0.50	1.63	0.25	1.50	2.00	1.95	0.42	1.50	2.50	3.13	0.25	3.00	3.50

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

Min: Mínimo.

Max: Máximo.