

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

Facultad de Medicina y Odontología

Departamento de Estomatología

Programa de Doctorado 3143



**“ORTODONCIA LINGUAL Y ORTODONCIA
VESTIBULAR: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA
SELECCIÓN DE CASOS Y LA CALIDAD DE
TERMINACIÓN”**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Fadi Ata-Ali Mahmud

Dirigida por:

Dr. Eliseo Plasencia Alcina

Dra. Marcela Ferrer-Molina

Dra. Alicia Lanuza García

Valencia, julio 2017



VNIVERSITAT  VALÈNCIA
Departament d'Estomatologia

Eliseo Plasencia Alcina, Profesor Titular de Ortodoncia (jubilado) de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia,

Marcela Ferrer-Molina, Profesora Asociada de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia y,

Alicia Lanuza García, Profesora Asociada de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia.

Certifican que:

La tesis doctoral titulada “**Ortodoncia lingual y ortodoncia vestibular: estudio comparativo de la selección de casos y la calidad de terminación**” presentada por el licenciado D. Fadi Ata-Ali Mahmud, ha sido realizada bajo nuestra dirección y reúne, a nuestro criterio, las condiciones y méritos suficientes para optar, mediante la misma, al grado de *Doctor en Odontología* por la Universidad de Valencia.

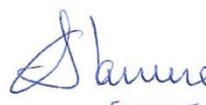
Valencia, 17 de julio de 2017



Fdo. Eliseo Plasencia Alcina



Fdo. Marcela Ferrer-Molina



Fdo. Alicia Lanuza García

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quería agradecer la dedicación y los consejos de mi director, mentor y amigo, el Dr. Eliseo Plasencia Alcina. Muchas gracias por acogerme desde el primer día y tratarme con tanta delicadeza y esmero. Tus conocimientos, tu experiencia y tu sabiduría han hecho posible esta tesis doctoral.

A mis codirectoras, la Dra. Marcela Ferrer-Molina y la Dra. Alicia Lanuza García. Gracias por vuestro apoyo, por vuestro tiempo y por todas las correcciones que han hecho posible este trabajo.

Y por último a quienes siempre me han apoyado y sin los cuales no hubiera logrado conseguir muchos de los retos del día a día: mi familia. En primer lugar, a mi padre Fayez Ata-Ali. Como padre, como médico, como amigo, siempre has sabido estar ahí para dar ese último consejo, esa última recomendación, ese último detalle que como bien dices, “puede cambiarte la vida”, y tú, por inculcarme todo lo que me has inculcado, me la has cambiado.

Mi madre, Maliha Mahmud, gracias por ese cariño y amor diario que nos das tanto a mí como a mis hermanos. Me siento orgulloso de ser el “chiquitín” de la familia.

A mi hermana, Nadia Ata-Ali. Gracias por tener la paciencia en los momentos delicados, por tu ayuda en el diseño y maquetación de este trabajo y por ser la primera en iniciar una nueva generación familiar. No podría presentar este trabajo sin dedicárselo también a mis sobrinos gemelos, Javier y Jorge.

A mi hermano, Javier Ata-Ali. Porque como hermano, doctor y científico, como mi *alter ego* y como amigo, siempre me aconsejas lo mejor. La persona que me complementa en todos los aspectos de mi vida. Gracias por tu ayuda en la realización y revisión de este trabajo. Por tener ese carácter resolutivo que te define y que ha hecho que hayas llegado tan lejos en todos los objetivos que te has marcado en la vida. Gracias por ser como eres, gracias por ser mi hermano.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	19
Concepto y tipos de maloclusión	21
Prevalencia de las maloclusiones	28
Concepto de índice de maloclusión	29
Tipos de índices de maloclusión	30
Características de los índices de maloclusión	36
Ortodoncia vestibular	40
Repaso histórico.....	40
Situación actual	54
Ortodoncia lingual.....	63
Repaso histórico.....	63
Situación actual	68
3. HIPÓTESIS	77
4.OBJETIVOS.....	81
5. MATERIAL Y MÉTODOS	85
Diseño del estudio	87
Tamaño y selección de la muestra	87
Cegamiento	89
Índice PAR.....	90
Medición del índice PAR.....	90
Evaluación del índice PAR	95
Calibración del índice PAR	95
Índices de la ABO (American Board of Orthodontics).....	99
Medición del índice de discrepancia (DI por sus siglas en inglés).....	99
Evaluación del índice de discrepancia	104
Medición del índice C-R Eval.....	104
Evaluación del índice C-R Eval.....	108
Calibración de los índices de la ABO (American Board of Orthodontics)..	108
Descripción de las variables.....	110
Descripción de la muestra	114
Evaluación del error intra-observador.....	116
Análisis estadístico.....	124

6. RESULTADOS	127
Homogeneidad de los grupos	129
Índice PAR	130
Índice de discrepancia	139
Índice C-R Eval	144
Correlación entre los índices	153
7. DISCUSIÓN	157
Índices de maloclusión	159
Metodología	161
Cegamiento	161
Evaluación del error intra-observador	164
Índice PAR	165
Índice de discrepancia	168
Índice C-R Eval	169
8. CONCLUSIONES	173
9. BIBLIOGRAFÍA	177
10. APÉNDICES	197

1. INTRODUCCIÓN

Las malposiciones dentales tienen un impacto significativo sobre la estética de la sonrisa. Son alteraciones que pueden mermar el bienestar social y psicológico de las personas y, por tanto, se considera un factor clave que afecta de forma directa a la autoestima (Nanda 1995, Gazit-Rappaport y cols. 2010). Desde la aparición de los aparatos de ortodoncia lingual hace ya más de 30 años (Fujita 1979), los últimos años han sido testigos de un notable aumento de la demanda de los aparatos de ortodoncia lingual entre los pacientes que buscan una mejora en la estética dental (Fritz y cols. 2002). Se considera que las personas con menos alteraciones dentales son más competentes socialmente, muestran mayor logro intelectual y tienen mejor comportamiento psicológico, posiblemente dentro de determinados contextos (Newton y cols. 2003).

El objetivo principal de un tratamiento de ortodoncia es conseguir una oclusión ideal, que sea morfológicamente estable a la vez que estética y funcional. Se ha definido la oclusión ideal como aquella que realiza todas sus funciones fisiológicas necesarias al mismo tiempo que mantiene todas las partes del aparato estomatognático en perfecto estado de salud. Existen múltiples teorías que se han centrado en explicar cómo debe ser la oclusión ideal. Entre las más destacadas, se encuentra la teoría de la esfera de Monson, la teoría de los cilindros de Gisy (Durrer 1967), la teoría gnatólogica (McCollum 1960) o la funcionalista de Mann y Pankey (Mann y Pankey 1963).

El tratamiento de ortodoncia con aparatología fija se ha relacionado con algunos aspectos que condicionan la calidad de vida, desde el punto de vista de la salud bucodental, como problemas en la higiene oral (Fujita 1979, Caniklioglu y Oztürk 2005), mayor dificultad en la pronunciación, mayor riesgo de aparición de lesiones de caries o mayores restricciones alimentarias (Fritz y cols. 2002, Caniklioglu y Oztürk 2005). Estos efectos adversos se han relacionado tanto con la aparatología fija vestibular como con la lingual.

La aparatología lingual es más estética debido a que las brackets se colocan en la superficie lingual de los dientes y, por lo tanto, su visibilidad es mucho menor. Sin embargo, en la fase de finalización del caso ortodóncico existen factores dinámicos, estéticos y funcionales que pueden alargar la fase de acabado y prolongar la duración del tratamiento (Fink y Smith 1992, McLaughlin y Bennett 2003). Por todo lo expuesto,

continúan las controversias acerca de si alcanzan valores de calidad similares a los de la ortodoncia vestibular.

Las maloclusiones constituyen un problema de salud pública desde el punto de vista odontológico y ocupan el tercer lugar en prevalencia a nivel mundial, precedido solo de la caries dental y la enfermedad periodontal (Encuesta de salud bucodental, OMS 1997).

Se ha demostrado que la maloclusión dental en los adolescentes reduce la autoestima (Jung 2010), mientras que una mejora en la estética dental del paciente tras un tratamiento ortodóncico provoca una mejora en su calidad de vida (Gazit-Rappaport y cols. 2010).

A lo largo de los últimos años se han creado índices (Shaw y cols. 1991) con el fin de medir la complejidad inicial de la maloclusión y la calidad de la terminación tras el tratamiento. Mediante la creación de estos índices se ha intentado objetivar la gravedad de una maloclusión y poder establecer unos criterios para determinar qué pacientes deben recibir un tratamiento de ortodoncia. A pesar de no existir un índice común aceptado por la comunidad científica, algunos de los índices más utilizados son el *Peer Assesment Rating* (PAR por sus siglas en inglés) y los índices de la *American Board of Orthodontics* (índice de discrepancia y el índice de evaluación objetiva de modelos y radiografías panorámicas). Estos índices han sido utilizados en múltiples estudios (Ponduri y cols. 2011, Chalabi y cols. 2015, Bichara y cols. 2016) y serán los usados en la presente tesis doctoral para contrastar el grado de éxito del tratamiento, valorar de forma objetiva la complejidad del caso y evaluar el resultado final del tratamiento ortodóncico.

Dichos índices han sido ampliamente empleados en los tratamientos ortodóncicos efectuados mediante la técnica vestibular (Dyken y cols. 2001, Ponduri y cols. 2011, Bichara y cols. 2016). Existen pocos estudios en la literatura científica actual (Vu y cols. 2012) que analicen la calidad de la terminación tras un tratamiento con ortodoncia lingual. Más escasa si cabe es la literatura (Deguchi y cols. 2015) cuando el objetivo del estudio consiste en comparar la calidad de la terminación entre las técnicas de ortodoncia vestibular y lingual, así como las diferencias de complejidad de la maloclusión en personas que eligen entre una u otra.

Es por eso por lo que el objetivo del presente estudio es comparar la calidad de la terminación de tratamientos ortodóncicos realizados con la técnica lingual y la técnica vestibular, así como valorar las diferencias de complejidad de la maloclusión de los casos tratados con ambas técnicas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Concepto y tipos de maloclusión

Uno de los primeros académicos que clasificó las maloclusiones dentales fue Joseph Fox en 1803. Basó su clasificación en la relación incisiva que describió en su libro *Historia natural y enfermedades de los dientes humanos* (Wahl 2005).

En 1899 Edward Hartley Angle, conocido como el padre de la ortodoncia moderna, define la ortodoncia como: “La ciencia que tiene por objeto la corrección de las maloclusiones de los dientes”. La oclusión como: “La relación normal de los planos oclusales inclinados de los dientes cuando los maxilares están cerrados” y la maloclusión de los dientes como “la perversión de sus relaciones normales” (Angle 1899). Angle considera el primer molar superior como punto fijo de referencia y a partir de ahí clasifica las maloclusiones en:

Clase I: caracterizada por una relación anteroposterior normal de los primeros molares permanentes; la cúspide mesiovestibular del primer molar superior está en el mismo plano que el surco vestibular del primer molar inferior. La situación de maloclusión consiste en malposiciones individuales de los dientes, relaciones verticales o transversales anómalas o desviación sagital de los incisivos (Figura 1).



Figura 1. Maloclusión de clase I de Angle.

Clase II: caracterizada por la relación distal de la arcada dentaria mandibular con respecto a la maxilar que toma como referencia la cúspide mesiovestibular del primer molar que ocluye distal al surco del primer molar mandibular.

Dentro de la clase II distinguimos diferentes tipos:

- *Completa/Incompleta*: es completa si la cúspide distovestibular del primer molar superior ocluye con el surco mesiovestibular del primer molar inferior (el desplazamiento es de una cúspide completa) (Figura 2). Se considera incompleta cuando las caras mesiales de ambos primeros molares están en el mismo plano vertical (Figura 3).



Figura 2. Maloclusión de clase II de Angle completa.



Figura 3. Maloclusión de clase II de Angle incompleta.

- *Unilateral/Bilateral*: en función de si afecta a ambos lados (derecha e izquierda) o solo a uno de los lados. En el caso de que afecte únicamente a un lado se denomina clase II subdivisión derecha o izquierda.

- *División 1.º/División 2.º*: la división 1.º se caracteriza por el aumento del resalte y la proinclinación de los incisivos superiores (Figura 4). La división 2.º se caracteriza por la retroinclinación de los incisivos superiores

y el aumento de la sobremordida interincisiva (Figura 5). Atendiendo a su etiopatogenia, Van der Linden (1987) clasifica las clases II división 2.º en tres tipos: A) cuando los cuatro incisivos superiores están retroinclinados; B) cuando los incisivos centrales superiores están retroinclinados y los incisivos laterales superiores vestibulizados (situación más frecuente); C) cuando los cuatro incisivos superiores están retroinclinados y los caninos superiores vestibulizados.



Figura 4. Maloclusión de clase II de Angle, división 1.º.



Figura 5. Maloclusión de clase II de Angle, división 2.º.

Clase III: el surco vestibular del primer molar inferior está por mesial de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior (Figura 6).



Figura 6. Maloclusión de clase III de Angle

Lischer introduce una clasificación de la maloclusión dental en 1912 respetando el concepto de Angle de mantener como punto de referencia los primeros molares superiores. Lischer denomina a las clases de Angle como neutroclusión a las clases I, por ser la que muestra una relación normal de los molares; distoclusión a las clases II en que el molar inferior ocluye por distal de la posición normal y mesioclusión a las clases III, porque el molar inferior ocluye por mesial de la posición normal (Canut 2000). Posteriormente, Dewey y Anderson en 1919 modifican la clasificación de las maloclusiones propuesta por Angle. La maloclusión de clase I fue modificada de tal forma que se describieron estos 5 tipos:

Tipo 1. Dientes superiores e inferiores apiñados, o caninos en vestibuloversión, infravestibuloversión o linguoversión.

Tipo 2. Incisivos superiores protruidos o espaciados.

Tipo 3. Si uno o más incisivos están cruzados en relación con los inferiores.

Tipo 4. Mordida cruzada posterior (en la dentición primaria o permanente) aunque los dientes anteriores pueden estar alineados.

Tipo 5. Si hay pérdida de espacio posterior por migración mesial del primer molar permanente (por pérdida prematura del diente temporal) mayor de 3 mm.

Anderson y Dewey definen la clase II de forma similar a Angle mediante la relación distal de la arcada dentaria mandibular con respecto a la maxilar y subdividiendo en función de la posición de los incisivos en división 1.º y división 2.º. La clase III la dividieron en 3 tipos:

Tipo 1. Cuando los incisivos superiores e inferiores se encuentran borde a borde.

Tipo 2. Cuando los incisivos superiores se encuentran por delante de los inferiores (resalte) y los incisivos inferiores están retroinclinados.

Tipo 3. Cuando los incisivos inferiores están por delante de los superiores (mordida cruzada anterior).

Desde un punto de vista etiopatogénico, la maloclusión se puede clasificar (Canut 2000) según sea ósea o muscular. La maloclusión ósea afecta a uno o ambos huesos maxilares en la zona alveolar o en sus bases óseas. Por otro lado, la maloclusión muscular ocurre cuando se altera el equilibrio muscular que causa la anomalía oclusal o dentaria, o cuando la alteración oclusal es provocada por la propia dentición por su forma, tamaño o posición.

Topográficamente, las maloclusiones se pueden distinguir según el plano del espacio donde esté localizada la maloclusión. En sentido transversal, si existen desviaciones en los segmentos bucales (mordidas cruzadas) tal y como se muestra en la figura 7. En sentido vertical, si son mordidas abiertas (Figura 8) o sobremordidas (Figura 9) y en sentido sagital, cuando existe una alteración en la relación anteroposterior de ambas arcadas. Según la extensión pueden ser locales cuando la anomalía afecta a un diente o grupo pequeño de dientes, o generales en el caso de que la anomalía comprenda toda la arcada dentaria o la relación entre ambas arcadas.



Figura 7. Mordida cruzada posterior.



Figura 8. Mordida abierta anterior.



Figura 9. Sobremordida profunda.

Desde un punto de vista ortodóncico se ha establecido el concepto de oclusión normal en el que se consideran las condiciones dentarias, periodontales y articulares, tanto en reposo como en movimiento, que permiten el mantenimiento y supervivencia de un aparato estomatognático sano, funcionalmente equilibrado y estéticamente aceptable. Por lo tanto, el concepto de normoclusión implica una oclusión ideal, generalmente poco frecuente, que cumple con los requisitos que actualmente se

consideran idóneos. En este sentido, consideramos el término “normal” como sano y libre de potencial lesivo, por lo que sirve de pauta diagnóstica y de objetivo terapéutico para cualquier especialidad estomatológica (Canut 2000).

En 1972, Lawrence F. Andrews describe las seis llaves de la oclusión normal, o tal y como la denominó más tarde: *oclusión óptima*. En este estudio se analizaron 120 modelos de individuos no tratados ortodóncicamente. Para Andrews, los seis factores oclusales necesarios para una oclusión son:

- *Relación molar*: la superficie distal de la cresta marginal distal del primer molar superior permanente contacta y ocluye la superficie mesial de la cresta marginal mesial del segundo molar inferior. La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye el surco situado entre la cúspide mesial y media del primer molar inferior permanente.

- *Angulación de la corona e inclinación mesiodistal*: la porción gingival del eje longitudinal de cada corona en dientes con oclusión normal es distal a la porción oclusal del mismo. El grado de inclinación varía con cada tipo de diente.

- *Inclinación de la corona vestibulolingual o torque*: la inclinación de la corona o torque es el ángulo entre una línea perpendicular al plano oclusal y una línea tangente a la mitad de la superficie vestibular de la corona clínica. En los incisivos centrales y laterales superiores el tercio oclusal está por vestibular al tercio gingival mientras que en los dientes posteriores el torque es lingual.

- *Rotaciones*: los dientes deben estar libres de rotaciones indeseables. Dichas rotaciones ocupan más espacio en la arcada dentaria y modifican los puntos de contacto interproximales.

- *Contactos interproximales*: los puntos de contacto deben ser correctos y no deben existir diastemas.

- *Curva de Spee*: la curva de Spee se mide desde la cúspide más prominente del segundo molar inferior hasta el incisivo central inferior. Esta curva no

debe sobrepasar la profundidad de 1,5 mm en un paciente normal no ortodóncico. Tanto la curva de Spee profunda como la invertida van en detrimento de una oclusión óptima siendo la curva plana la más apropiada para una correcta oclusión.

Sin embargo, a pesar de las conclusiones alcanzadas por Andrews en un estudio (Martínez-Asunsolo y Plasencia 2004) en el que se analizaron las seis llaves de la oclusión a 32 pacientes con oclusiones ideales de entre 12 y 18 años no tratados ortodóncicamente, los resultados obtenidos mostraban que no en todos los casos se cumplían las seis llaves de la oclusión, sobre todo en cuanto a las rotaciones dentarias y las de molares superiores, lo que sugería que la oclusión descrita por Andrews tenía naturaleza de objetivo de tratamiento.

Prevalencia de las maloclusiones

La etiología de la maloclusión es multifactorial cuando pueden darse tanto factores genéticos como medioambientales (Harris y Kowalski 1976). Según la Organización Mundial de la Salud (Encuesta de salud bucodental, OMS 1997), las maloclusiones ocupan el tercer lugar de prevalencia dentro de las patologías en salud bucodental, después de la caries dental y de la enfermedad periodontal.

La prevalencia de maloclusiones oscila entre el 39 y 93 % (Mtaya 2009) y difiere según el grupo etario y étnico, el método de registro (Kassis 2010) y la presencia de síndromes (Oredugba 2007). En España encontramos diferentes prevalencias de maloclusión en función de la comunidad autónoma en la que nos encontremos. Así, en la Comunidad de Madrid (Arrieta y Valera 2009), encontramos que la maloclusión más frecuente en un estudio sobre 4.047 pacientes ha sido la clase II (40,8 %), en Barcelona y Tarragona se ha observado que la maloclusión más frecuente sobre 1.051 pacientes es la clase I (72,8 %) (García-García y cols. 2011). La mayor frecuencia de la maloclusión de clase I también ha sido observada en Murcia (Murcia y Bravo 1998) y Oviedo (Cobo y cols. 1990). En otros países, la maloclusión de clase I también es la más frecuente como es el caso en Perú con el 59,6 % (Aliaga-Del Castillo y cols. 2011) o en Colombia con el 49,7 % (Urrego-Burbano y cols. 2011).

Concepto de índice de maloclusión

Los índices se han creado con el fin de poder medir el grado de gravedad de una enfermedad y poder aportar información de carácter cualitativo (Cuenca y cols. 1991, Wilkins 1999).

Por un lado, se podría entender el concepto de índice como el de “expresión numérica de la relación entre dos cantidades”. Por ejemplo, encontramos el índice de Bolton mediante el cual se obtiene la relación entre dos cantidades en forma de división y su resultado se expresa en tantos por uno o en porcentaje. Por otro lado, se puede entender como “indicio o señal de algo” y es el sentido de indicador del grado en el que se da una determinada condición. Además nos podemos encontrar que el indicador tenga un significado amplio (de un solo rasgo) o que tenga un significado restringido (de varios rasgos). Al ser la maloclusión un conjunto de rasgos, el índice de maloclusión toma sentido cuando la valoración numérica de distintos rasgos se expresa como adición aritmética de modo que la definición más adecuada sería expresada como: “el índice de maloclusión es la valoración conjunta de los rasgos de maloclusión en escala cuantitativa o cualitativa”.

Así mismo, en la literatura encontramos definiciones que pueden tener multitud de interpretaciones. Murcia-Durendez define un índice como “un número que sirve de indicador para expresar cierta condición, el cual puede ser deducido de una serie de observaciones”. Sin embargo, para Richmond y cols. un índice de ortodoncia debe consistir en una escala numérica que se obtiene al considerar rasgos específicos de la maloclusión, y de este modo poder determinar de forma objetiva y conjunta algunos parámetros como la necesidad de tratamiento o la severidad de la maloclusión.

Según Hermanson y Grewe (1970), los índices pueden ser utilizados para establecer y evaluar medidas preventivas ortodóncicas, para realizar estudios epidemiológicos o para establecer necesidad y prioridad de tratamiento. Esto nos permitiría documentar la prevalencia y gravedad de la maloclusión en un grupo de población; planificar la provisión de tratamiento y el número de especialistas que hay que formar; comparar los datos recogidos de distintos grupos de población y determinar los efectos terapéuticos conseguidos con los tratamientos. Al aplicar el concepto de índice al campo de la maloclusión distinguimos cuándo el indicador es de un solo rasgo y cuándo el indicador

engloba un conjunto de rasgos. Al tratarse la maloclusión de un conjunto de rasgos, podría definirse como “la valoración conjunta de los rasgos de maloclusión en escala cuantitativa o cualitativa”.

Tipos de índices de maloclusión

En la tabla 1 se describen los principales métodos cualitativos de evaluación de las maloclusiones. En un estudio, Baca-García y cols. (2002) describen el sistema empleado por McCall en 1944. Dicho sistema se basa en el registro de distintos aspectos relacionados con la maloclusión como la relación molar, la mordida cruzada posterior y anterior, el apiñamiento anterior, la rotación incisiva, la sobremordida, la mordida abierta o el resalte. El sistema registra la presencia o ausencia de estas alteraciones pero no las cuantifica. En el mismo estudio se describen los registros empleados por Sclare en 1945 que miden la clase molar, la compresión de las arcadas con apiñamiento de incisivos, la protrusión incisiva con o sin apiñamiento, la prominencia vestibular de los caninos, el posicionamiento lingual de incisivos, la mordida cruzada, la mordida abierta y la sobremordida. Las variables tomadas por Fisk en 1960 agrupan a los pacientes según su edad dental y toma los registros en los planos anteroposterior, vertical y transversal. Shaw y cols. en el año 1991 registran los datos relativos a la maloclusión y los agrupan en tres grupos: anomalías en la dentición, anomalías oclusales y discrepancias de espacio. Kinaan y Burke en 1981 registran cinco rasgos oclusales: resalte, sobremordida, mordida cruzada posterior, apiñamiento y alineación de incisivos. Estos métodos cualitativos de valoración de la maloclusión se emplean con poca frecuencia (a excepción de la clasificación de Angle) ya que no nos permiten cuantificar el grado de la maloclusión, ni establecer comparaciones entre individuos ni grupos de población.

Tabla 1. Principales valoraciones cualitativas de maloclusión (Baca-García y cols. 2002 adaptada de Tang y Wei 1993).

Autor	Año	Características
Angle	1899	Valora la relación que se establece entre los primeros molares permanentes. Sigue vigente en la actualidad por su sencillez y utilidad. No diferencia entre lado izquierdo y derecho y solo tiene en cuenta el plano sagital.
Dewey-Anderson	1919	Modifican la clasificación de Angle para describir mejor el estado cualitativo de la maloclusión. Dentro de la clase I y la clase III matizan varios subtipos en función de la posición de los incisivos y molares.
Stallard	1932	Analiza el estado dental general e incluye algunos síntomas de maloclusión que no son definidos de una manera específica.
McCall	1944	Considera las siguientes variables: relación molar, mordida cruzada posterior, mordida cruzada anterior, rotación incisiva, resalte, mordida abierta, versiones labiales o linguales, desplazamientos dentarios y constricción de arcadas. La recogida de estos signos únicamente permite dos posiciones: o todo o nada. No define de forma clara los mismos.
Sclare	1945	Recoge los siguientes aspectos: clase molar de Angle, constricción de arcadas con incisivos cruzados o no cruzados, protrusión superior con incisivos cruzados o no, prominencia labial de caninos, desplazamiento lingual de incisivos, rotaciones, mordidas cruzadas, mordidas abiertas y sobremordida. La recogida de estos signos solo permite dos posiciones: o todo o nada. No define de forma clara los mismos.
Fisk	1960	Tiene en cuenta la edad dental del paciente. Se analizan las relaciones en los tres planos del espacio: anteroposterior, transversal y vertical, e incluye medidas adicionales: dientes incluidos, extracciones terapéuticas, defectos postnatales y congénitos, mutilaciones, supernumerarios y agenesias.
Björk, Krebs, Solow	1964	Basan los registros de maloclusión en definiciones detalladas de los síntomas. Consta de tres partes: anomalías en la dentición, anomalías oclusales y alteraciones del espacio.
Proffit y Ackerman	1973	No definen los criterios de medida. Analizan cinco campos: alineamiento, perfil, mordidas cruzadas, relación molar de Angle y sobremordida.
WHO/FDI	1979	Cinco grupos de medidas con unas definiciones de los signos y síntomas apropiadas: anomalías graves, dentición, condiciones de espacio, oclusión y grado de necesidad de tratamiento.
Kinaan y Burke	1981	Utilizan cinco medidas de oclusión: resalte, sobremordida, mordida cruzada posterior, segmentos bucales cruzados o espaciados y alineamiento del segmento incisal.

Los métodos cuantitativos surgen a partir de la segunda mitad del siglo XX sobre todo en aquellos países como Dinamarca, Finlandia, Noruega o Suecia en los que el tratamiento de ortodoncia se incorpora a los servicios de salud pública. En estos casos, se hizo indispensable la creación de índices de necesidad y prioridad del tratamiento ortodóncico. En la tabla 2 se enumeran, según Murcia y Bravo (Murcia y Bravo 1998), las principales clasificaciones de los índices y métodos de registro de la maloclusión.

Tabla 2. Clasificaciones de los índices y métodos de registro de la maloclusión (Murcia y Bravo 1998).

Grainger (1965)	Índice de prevalencia de la maloclusión
	Índice de intensidad de la maloclusión
	Índice de etiología de la maloclusión
Kinaan y Burke (1981)	Índices cualitativos
	Índices cuantitativos
Brook y Shaw (1989)	Índices de clasificación diagnóstica (Por ejemplo: Dewey-Anderson)
	Índices epidemiológicos (Por ejemplo: Björk, Krebs y Solow)
	Índices de prioridad de tratamiento (Por ejemplo: Draker, Grainger o Salzmán)
	Índices de evaluación del resultado del tratamiento (Por ejemplo: Summers o Richmond)
Tang y Wei (1993)	Índices cualitativos (Por ejemplo: Angle, Björk, FDI/OMS)
	Índices cuantitativos (Por ejemplo: Massler y Frankel, Vankirk y Penell, Draker o Summers)
Shaw y cols. (1995)	Índices diagnósticos (Por ejemplo: Angle)
	Índices epidemiológicos (Por ejemplo: Little, Summers o Björk)
	Índices de necesidad y prioridad de tratamiento (Por ejemplo: Grainger o Salzmán)
	Índices de evaluación de resultados de tratamiento (Por ejemplo: Richmond)
	Índices de complejidad de tratamiento

Entre los índices más importantes destacamos:

Índice de malalineamiento (*Malalignment Index*)

Desarrollado por Van Kirk en 1959. Dicho índice se basa en el registro de las malposiciones dentarias y cada diente recibe una puntuación que oscila entre 0 y 2 en función de su grado de rotación o desplazamiento respecto a la posición ideal en la arcada.

Índice HLD (*Handicapping Labio-lingual Deviation*)

Draker impulsa en 1960 este índice con el objetivo de determinar la necesidad de tratamiento ortodóncico. El autor valora siete parámetros limitados al sector anterior (desplazamientos, apiñamiento, resalte, sobremordida aumentada, mordida abierta, mordida cruzada anterior y erupciones ectópicas). Después de asignar a cada parámetro su correspondiente puntuación y si la suma total excede de 13, se considera que el sujeto presenta una maloclusión y que es susceptible de tratamiento.

Índice de prioridad de tratamiento (*Treatment Priority Index*)

Establecido por Grainger en 1967. Este índice está basado en la evaluación de diez rasgos oclusales que se midieron en 375 niños de 12 años que no recibieron tratamiento ortodóncico. Se considera que existe una maloclusión cuando la suma de las puntuaciones obtenidas a partir de los diez rasgos oclusales analizados es superior a 4,5. En casos especiales, se consideran como un rasgo adicional las fisuras palatinas o la dismorfosis de origen traumático.

Índice oclusal (*Occlusal Index*)

Fue creado por Summers en 1971. El presente índice considera nueve rasgos oclusales siendo uno de esos rasgos la edad del paciente. Además, se establecen las características que debe tener un índice, tal y como comentaremos posteriormente.

Índice de estética dental (Dental Aesthetic Index)

Promovido por Cons y cols. y creado teniendo en cuenta la percepción pública de la estética dental. Ha sido un índice utilizado con gran éxito para valorar prevalencia de maloclusión y necesidades de tratamiento ortodóncico en diferentes grupos de población.

Índice de necesidad de tratamiento ortodóncico (Index of Orthodontic Treatment Need)

Desarrollado por Brook y Shaw en 1989 aunque modificado posteriormente (Lunn y cols. 1993). En este índice se diferencian los siguientes componentes: el estético y el de la salud dental. Con este índice se pretende determinar el grado de maloclusión que puede tener un paciente y la percepción que dicho paciente tiene de su propia maloclusión. Se caracteriza porque incorpora un indicador socio-psicológico de necesidad de tratamiento.

Índice PAR (Peer Assessment Rating Index)

Fue instaurado en 1992 y nos permite contrastar el grado de éxito de los tratamientos y predecir la gravedad de los casos analizados. La fortaleza del índice PAR consiste en su facilidad de uso, su fiabilidad y su validez (Richmond y cols. 1992).

Para su creación diez especialistas en ortodoncia evaluaron once rasgos oclusales en 200 modelos: valoración del apiñamiento por sextantes, resalte, sobremordida, la clase molar, línea media y mordida cruzada. La suma de cada una de las valoraciones de los distintos rasgos oclusales es la puntuación total del índice PAR. Para comprobar el éxito de un tratamiento se obtiene la diferencia del índice PAR antes y después del tratamiento. En un estudio (McGorray y cols.1999) se ha observado que el índice PAR es un buen predictor del juicio clínico subjetivo. Por todo ello, es uno de los índices seleccionados para el presente estudio y por tanto posteriormente procederemos a una explicación más exhaustiva.

Índices de la ABO (American Board of Orthodontics)

Destacamos dos índices pertenecientes a la ABO:

Índice de evaluación objetiva de modelos y radiografías panorámicas (C-R Eval)

La ABO (Casko y cols. 1998, ABO 2015) ha establecido un modelo de sistema de evaluación para valorar los modelos dentales y las radiografías panorámicas finales. Se trata de sistema de puntuación desarrollado a través de una serie de cuatro pruebas de campo en un periodo de cinco años:

- En 1995 fueron evaluados 100 casos en un examen clínico y se midieron 15 criterios en cada uno de los modelos y radiografías panorámicas finales. Los datos mostraron que el 85 % de las insuficiencias en los resultados finales se produjeron en siete de los 15 criterios (alineación, bordes marginales, inclinación bucolingual, resalte, relaciones oclusales, contactos oclusales y angulación radicular).
- En 1996 se inició una segunda prueba de campo para verificar los resultados de la prueba anterior. En esta prueba se evaluaron 300 modelos dentales y radiografías panorámicas postratamiento. La mayoría de las insuficiencias en los resultados finales se produjeron en las mismas siete categorías. Por tanto se recomendó el desarrollo de un instrumento de medida para lograr que el proceso de medición sea más fiable.
- En 1997 se llevó a cabo una tercera prueba de campo utilizando el sistema de puntuación modificado y un instrumento específico (regla oficial de la ABO) para medir los diversos criterios con mayor precisión. Se midieron 832 modelos dentales y radiografías panorámicas. Los mismos siete criterios fueron evaluados. Previo a la medición se realizó una sesión de calibración para establecer el uso más preciso del instrumento de medición y mejorar su fiabilidad. Los resultados mostraron nuevamente que la inmensa mayoría de las deficiencias en los resultados finales se produjeron en las siete categorías citadas

anteriormente. Finalmente se añadió otro rasgo más a los siete anteriores (los contactos interproximales) y se realizaron modificaciones en el instrumento de medida para mejorar su precisión.

- En 1998 se realizó la cuarta y última prueba de campo. Se utilizó el nuevo y mejorado instrumento de medición. Previamente a la medición se mejoró la sesión de calibración para establecer un uso más preciso del mismo y aumentar su fiabilidad. Los objetivos principales de esta prueba de campo fueron refinar la medición y el proceso de calibración.

Índice de discrepancia (Discrepancy Index)

La ABO (Cangialosi y cols. 2004, ABO 2015) estableció un índice para cuantificar de forma objetiva la complejidad de un caso de ortodoncia. Los rasgos de maloclusión utilizados son el resalte, la sobremordida, la mordida abierta anterior, la mordida abierta lateral, el apiñamiento, las relaciones oclusales, la mordida cruzada posterior lingual, la mordida cruzada posterior bucal, los valores cefalométricos y otros datos. Desde que se desarrollara el índice de discrepancia en 1998 se han sucedido numerosas pruebas de campo durante los primeros años de la década del año 2000 hasta que finalmente se constituyó el índice que conocemos hoy en día.

Al igual que con el índice PAR, los dos índices pertenecientes a la ABO son utilizados en el presente estudio y, por tanto, posteriormente se explicarán más detalladamente.

Características de los índices de maloclusión

En 1971 Summers define las características ideales que debe presentar un índice ortodónico. Según este autor, todo índice debe presentar 10 requisitos:

- Ser capaz de situar cada maloclusión en una categoría o grupo definido por un número que se corresponda con una posición relativa de dicha maloclusión en una escala finita con un límite superior y otro inferior. La escala ha de estar graduada de forma progresiva desde cero (ausencia de enfermedad) hasta su punto más alto.

- Mostrarse igualmente sensible en todos los puntos de la escala.
- Que su valor se corresponda estrictamente con el estadio de enfermedad al que representa.
- Poder ser estudiado estadísticamente.
- Ser reproducible.
- Poder aplicarse utilizando el menor equipamiento e instrumental posible.
- El procedimiento de examen debe requerir el mínimo número de exploraciones posible.
- Ser lo suficientemente fácil de aplicar como para permitir el estudio de grandes poblaciones en el menor tiempo posible y a bajo coste.
- Permitir la detección rápida de cualquier cambio o desviación de la maloclusión hacia una mejoría o empeoramiento.
- Ser válido a lo largo del tiempo.

En 1978, Prahl-Andersen describe las características que ha de cumplir un índice de necesidad de tratamiento ortodóncico. Según este estudio, no debe establecer la prioridad de tratamiento basándose solo en la gravedad de la maloclusión y en el perjuicio funcional que dicha maloclusión pueda conllevar, sino que además debe evaluar en qué medida dicha maloclusión conlleva un perjuicio estético. Por tanto, la salud debe ser juzgada en base a tres parámetros:

- *Signos objetivos.* En ortodoncia establecemos el diagnóstico en la medida en que una maloclusión se aleja de lo que consideramos como "norma" u "oclusión ideal". Ello implica la necesidad de disponer de unas normas fijadas de antemano que definan esa oclusión ideal.

- *Síntomas subjetivos.* Reconocimiento por parte del paciente de que su alteración ha creado un problema. El paciente identificará únicamente los problemas que le ocasionen un perjuicio estético ya que los rasgos maloclusivos son identificados por el especialista.

- *Perjuicio social.* El especialista debe conocer el impacto que causa la maloclusión del paciente en su entorno, especialmente en pacientes con maloclusiones esqueléticas. Y, del mismo modo, conocer en qué medida la maloclusión del paciente le supone un problema en sus relaciones sociales.

En 1989 Olivier y cols. simplifican las diez características definidas por Summers reduciéndolas a seis: validez, objetividad, fiabilidad, sencillez, capacidad de distinguir maloclusiones benignas que no requieren tratamiento de aquellos casos más graves que deben ser tratados por un especialista, y detectar las repercusiones funcionales, estéticas y socio-afectivas importantes.

Según Murcia y Bravo (Murcia y Bravo 1998) los 3 principales requisitos de un índice son:

- *Precisión*. También conocido como fiabilidad o reproducibilidad. Es el nivel de coincidencia entre los resultados obtenidos cuando el índice se aplica por diferentes examinadores o por el mismo examinador en distintas ocasiones. Puede evaluarse mediante diferentes métodos estadísticos dependiendo de si la aplicación del índice es epidemiológica o de prioridad de tratamiento.

- *Validez*. Se considera un índice válido cuando mide aquello que se propone medir. Frente al concepto de validez, está el de “sesgo o error sistemático” que es la magnitud de su tendencia a sobrepuntuar determinados parámetros integrantes del índice cuando se obtiene un cómputo global de este lo que provoca que su valor dependa principalmente de ellos y no sea un reflejo global de todas las variables estudiadas. Es importante tener claro este concepto ya que la mayoría de índices de maloclusión podrían usarse para más de un propósito y por tanto, hemos de definir claramente el uso específico que se le tiene que dar al índice en concreto.

- *Validez a lo largo del tiempo*. Un índice se considera válido a lo largo del tiempo cuando se concreta y es sensible a los defectos ortodóncicos pero no a las oscilaciones de un síntoma; entendiendo como defecto ortodóncico toda disfunción oclusal constante y como síntoma a la expresión del desarrollo de un defecto (Summers 1971). Por lo tanto, para que un índice sea válido a lo largo del tiempo, su intensidad debe permanecer constante o aumentar, indicando un empeoramiento del desorden oclusal, pero no debe disminuir.

Hoy en día se considera que un índice ideal de medición de maloclusión debe tener los siguientes requisitos (Baca-García y cols. 2002):

- *Validez.* Se considera un índice válido cuando mide aquello que se propone medir. En ortodoncia, para comprobar la validez de un índice se comparan los resultados obtenidos según el índice con la opinión de un panel de ortodontistas expertos. Un índice será válido si predice con exactitud la valoración de un especialista en ortodoncia, sustituyendo así el juicio clínico. El proceso de validación consiste en comparar una valoración subjetiva de una condición o rasgo con una más objetiva de ese mismo rasgo o condición. Esto nos permite distinguir maloclusiones que no precisan tratamiento, de aquellos casos más graves que deben ser tratados por un especialista.
- *Objetividad.* El diseño del índice debe estar orientado a intentar eliminar la subjetividad del examinador.
- *Fiabilidad.* También conocido como reproducibilidad. Es el nivel de coincidencia entre los resultados obtenidos cuando el índice se aplica sobre una misma muestra por diferentes examinadores o por el mismo examinador en distintos momentos.
- *Sencillez.* Un índice debe poder ser empleado por personal no especializado y discernir las maloclusiones que no requieren tratamiento de los casos que requieren ser tratados por un especialista.
- *Flexibilidad.* Richmond y Daniels en 1998 observaron que el país donde ejerce un especialista en ortodoncia influye en la evaluación de la necesidad de tratamiento. Se ha sugerido que cada índice requiere cierta adaptación según los diferentes valores u opiniones científicas o culturales de los profesionales que van a emplearlos en una determinada población antes de su aplicación. Por lo tanto, es imprescindible que un índice pueda ser fácilmente modificable en el tiempo a la luz de nuevas investigaciones, descubrimientos o consideraciones.

Ortodoncia vestibular

Repaso histórico

Pierre Fauchard (1678-1761) conocido como “el padre de la odontología moderna” describe el considerado como el primer aparato de ortodoncia: *La Bandelette* y fue descrito en su obra *El cirujano dentista*. Se trataba de un arco metálico en forma de herradura sobre el cual se ligaban los dientes. Sobre este arco de expansión se basan los aparatos de expansión actuales (Figura 10) (Casto 1934, Wahl 2005).

A partir de ese momento, son muchos los autores que han diseñado diversos aparatos ortodóncicos como Joseph Fox en 1803, quien clasifica por primera vez los distintos tipos de maloclusión, y publica en 1814 su libro *Historia natural y enfermedad de los dientes humanos* donde presenta un aparato para corregir la mordida cruzada anterior (Wahl 2005).

J. M. Alexis Schange en 1841 preconiza el movimiento con fuerzas ligeras y continuas; diseña un aparato de retención e introduce el término anclaje. Friedrich Christoph Kneisel fue el precursor de la aparatología removible (Figura 11). Chapin A. Harris (1806-1860) publica su libro *The Dental Art* en 1840, y entre otras innovaciones, incluye la utilización de fundas de oro en los molares para favorecer la apertura de la mordida y la utilización de aditamentos soldados a las bandas para corregir las rotaciones dentales (Wahl 2005).

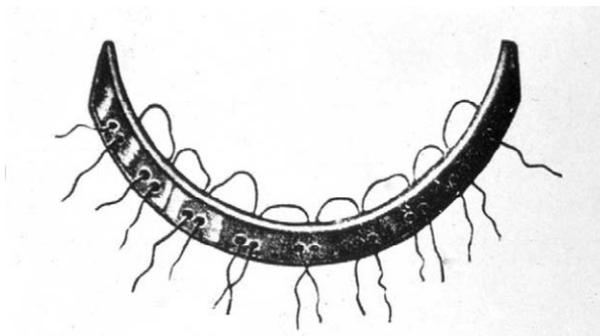


Figura 10. *La Bandelette* de Pierre Fauchard (Wahl 2005).

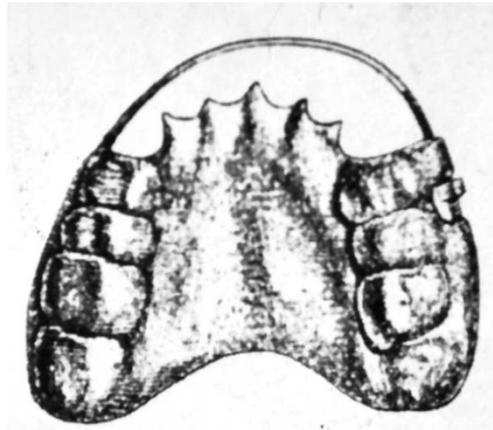


Figura 11. Aparato removible de Friedrich Christoph Kneisel (Wahl 2005).

Edward Hartley Angle, conocido como el padre de la ortodoncia moderna define en 1899 la ortodoncia como: “La ciencia que tiene por objeto la corrección de las maloclusiones de los dientes”; la oclusión como: “La relación normal de los planos oclusales inclinados de los dientes cuando los maxilares están cerrados” y la maloclusión de los dientes como: “La perversión de sus relaciones normales”. Angle define la dentadura humana como un conjunto de elementos entre los que se encuentran los dientes junto con los maxilares, los procesos alveolares, el ligamento periodontal, los músculos de la masticación, mejillas, lengua, paladar y vías respiratorias que dan lugar a las funciones del aparato estomatognático.

Para Angle, una adecuada oclusión se forma a partir del desarrollo del primer folículo dentario; de ahí su interés por comprender los temas relacionados con la embriología, la histología y la anatomía dental. Los dientes que erupcionan malposicionados generan la malposición de los dientes contiguos, y por ello es tal la importancia de corregir estas malposiciones al inicio de su erupción. Para Angle son fundamentales para conseguir una estabilidad oclusal la forma, el tamaño y la posición de cada diente tanto de forma individual como colectiva, además de que todos los componentes del aparato masticatorio se desarrollen de forma adecuada (Angle 1899). La “llave de la oclusión” la determinan el primer molar superior e inferior permanentes que son los dientes que más anclaje presentan y, al tratarse de los primeros en

erupcionar, ejercen un control sobre el espacio que ocuparán los dientes anteriores y posteriores (Angle 1899, Wahl 2005).

Para Angle, un aparato de ortodoncia debe ser eficiente, simple, delicado, invisible (entendido como discreto) y estable. Además, otro de los temas relevantes que trata son los distintos materiales de construcción utilizados para el diseño de los diferentes aparatos de ortodoncia. Entre ellos, Angle destaca el oro, la plata, el platino, el aluminio, el bronce, el acero, el hierro, y las diferentes aleaciones como iridio-platino o níquel-plata. Entre las cualidades básicas que ha de presentar un material destaca la maleabilidad, que no se oxide, que se pueda soldar y que permita el pulido sin deteriorarse (Angle 1899).

El arco de canto original fue desarrollado en 1928 por Angle y representó la determinación por diseñar un sistema que permitiera el control preciso del movimiento dentario en los tres planos del espacio. El aparato es consecuencia de muchos años de experiencias y un largo progreso que comienza por la descripción del “Arco E” (Canut 2000) consistente en un alambre de oro grueso puesto por vestibular y fijado, junto a una rosca que permitía adelantarlos, con soldadura a las bandas de los primeros molares. El movimiento dentario se consigue mediante ligaduras metálicas que abrazaban el diente y tiran de él hacia el arco (Figura 12).

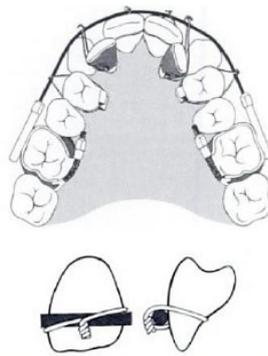


Figura 12. Arco E (Canut 2000).

Con este arco únicamente se logran movimientos de inclinación de la corona. Por su carácter expansivo, permitía además abrir espacios tanto en sentido sagital (mediante un tornillo en mesial de los molares) como transversal (por el ensanchamiento del arco).

Posteriormente y para controlar mejor los movimientos dentarios y poder realizar, no solo movimientos de inclinación coronaria, sino también movimientos en masa, soldó a las bandas pequeños tubos verticales en los que se les introducía un pin que se unía al arco principal. Este aparato se denominó “aparato de pin y tubo” (Figura 13) y su principal inconveniente radica en la dificultad para su empleo clínico y los problemas que plantea la activación de las ligaduras en los dientes rotados.



Figura 13. Aparato pin y tubo (Canut 2000).

En 1916 diseñó el último aparato que precediría al aparato de arco de canto. Se trataba del “arco cinta” y consistía en la inserción de un arco rectangular sujetado mediante el uso de pins de bronce en la primera bracket (Figura 14).



Figura 14. Arco cinta (Canut 2000).

Este aparato facilitaba la corrección de las giroversiones. Sin embargo, existían dificultades para mantener el control mesiodistal por una falta de ajuste entre el arco y la bracket. Finalmente, Angle presentó la bracket de apertura frontal en lugar de vertical lo cual facilitaba la inserción del arco, además de permitir controlar los movimientos y mejorar los desplazamientos mesiodistales. Tras múltiples diseños, finalmente presentó en 1926 la bracket “447” (Figura 15).



Figura 15. Bracket “447” de Angle (Canut 2000).

Esta bracket estaba construida en una aleación de oro y presentaba un slot de 0,022” x 0,028” en el que se introducía “de canto” un arco de sección rectangular. Angle eligió este tipo de slot porque era partidario de emplear fuerzas suaves, y por ser este tipo de alambre el de menor calibre de metal precioso utilizado en su época y el que presentaba un menor número de roturas y deformaciones. No obstante, tenía el inconveniente de que se distorsionaba con facilidad y perdía cierto ajuste debido al material.

Para realizar un control tridimensional del movimiento dental en la técnica de arco de canto original se incorporó torsión al alambre. La inclinación bucolingual requiere cierta curvatura de tipo torsional en el alambre rectangular para generar el torque necesario para el movimiento. Aunque el diseño de la bracket construida por Angle ha perdurado a lo largo del siglo XX, algunos científicos han introducido modificaciones con el fin de aportar mejoras al aparato de canto original. Holdaway presentó las angulaciones en la bracket para mejorar el paralelismo de las raíces de los dientes adyacentes a los espacios de extracción como método para mantener el anclaje y para obtener una inclinación axial correcta así como para obtener un posicionamiento “artístico” de los dientes. Cecil Steiner, uno de los discípulos predilectos de Angle, asumió la responsabilidad de solucionar los problemas que fueran surgiendo. Steiner

perfeccionó el diseño creado por Angle con la creación de la bracket 452 (Figura 16). Steiner añadió unos bordes acanalados o alas para el ligado preciso del alambre, palancas proximales para corregir mejor las rotaciones y modificó el material y se declinó por el acero, lo que le proporcionaba más resistencia. Además, redujo las dimensiones originales de Angle al sustituir los alambres de oro por los de acero que presentaban unas prestaciones superiores con un calibre menor en una ranura de 0,018” x 0,025” (Canut 2000, Uribe 2004).



Figura 16. Bracket “452” de Steiner (Canut 2000).

Mientras Angle diseñaba y perfeccionaba su sistema hasta llegar al aparato de arco de canto que conocemos hoy en día, otros científicos aportaron sus conocimientos y descubrimientos hasta llegar a la ortodoncia tal y como la conocemos. En la primera mitad del siglo XX destacan las aportaciones de Milo Hellman o Allan Brodie. Hellman dedica su atención a la investigación de la ciencia de la antropología y su relación con el crecimiento y el desarrollo del complejo dentofacial. Busca una explicación al desarrollo de la oclusión dental, vinculando el fenómeno de la oclusión con la evolución de la dentición en su conjunto. Introduce medidas craneométricas y una clasificación del desarrollo dental basado en 5 estadios:

- Estadio 1: se corresponde con el periodo previo a la finalización de la dentición decídua.
- Estadio 2: periodo posterior a la finalización de la dentición decídua.
- Estadio 3: etapa en el que han hecho erupción los primeros molares permanentes y ya se ha producido el recambio dentario de los incisivos.

- Estadio 4: periodo en el que han hecho erupción los segundos molares permanentes y los caninos y molares decíduos han sido reemplazados por los permanentes.
- Estadio 5: se corresponde con la edad adulta en el que han hecho erupción los terceros molares.

Brodie fue uno de los ortodoncistas que más ha profundizado en el estudio del crecimiento dando énfasis a lo que previamente señaló Hellman. Según las conclusiones obtenidas en sus estudios, parece haber una clara correlación entre el resultado del tratamiento y el crecimiento. Además, para Brodie la estructura facial se establece en edades tempranas y las alteraciones óseas que acompañan a los movimientos ortodóncicos parecen restringirse al proceso alveolar, cuya estructura presenta una adecuada adaptación a las modificaciones de posición de los dientes (Brodie 1942).

Desde el descubrimiento de los rayos X por parte de Wilhelm Conrad Röntgen en 1895, varios autores se han centrado en uno de los pilares fundamentales de la especialidad de ortodoncia: el diagnóstico. Desde que Angle publicara su sistema de clasificación de las maloclusiones, los diagnósticos se realizan en base a dicha clasificación, y por tanto solo se tienen en cuenta las anomalías dentarias sin considerar aquellas de origen esquelético. Algunos autores como Lischer o Simon tratan de relacionar las bases óseas de los pacientes. Lischer sugiere el empleo de la fotografía en el diagnóstico de las maloclusiones; y Simon se declina por un sistema tridimensional empleando los planos de Frankfurt, el plano sagital y el plano orbitario, que son perpendiculares entre sí. Estos planos constituían su sistema gnatoestático. Según Simon, el plano orbitario en los casos normales deben pasar por la cúspide del canino superior, sin tener en cuenta la edad del paciente (Sheffer 1936, Graber 1946).

Aunque los primeros análisis cefalométricos comenzaron en 1922 dirigidos por Paccini, no fue hasta 1931 cuando Broadbent modifica el craneostato diseñado por Todd y elabora un método de superposición de las telerradiografías que revelan los cambios producidos en los dientes y en los maxilares durante el tratamiento ortodóncico, además de establecer el patrón normal de crecimiento. Broadbent observa que los puntos óseos

utilizados en aquel momento no eran tan estables como se pensaba; y demuestra, por ejemplo, que los conductos auriculares se deslizan hacia abajo y hacia atrás durante el crecimiento. Establece un plano de referencia en la base del cráneo que denomina plano Bolton-Nasión (Broadbent 1931).

A partir de las aportaciones de Broadbent y Bolton, existe un mayor reconocimiento a la cefalometría radiográfica como elemento imprescindible en el diagnóstico ortodóncico. Las aportaciones de estos autores, junto con el desarrollo tecnológico que comenzó en la segunda mitad del siglo XX, favoreció que algunos autores como Downs, Tweed o Cecil Steiner basaran sus investigaciones en el estudio de las telerradiografías laterales y sus respectivos análisis cefalométricos.

El análisis de Downs fue el primero utilizado en el diagnóstico ortodóncico y el que favorece posteriormente la aplicación de las medidas cefalométricas como medio de diagnóstico. Cabe destacar además de todo ello, su utilidad en el estudio del crecimiento y del desarrollo craneofacial. A partir del estudio del perfil facial, Downs pensó que la posición de la mandíbula es la que determina si las caras son o no armónicas. Deduce que un “perfil ideal” es aquel que se corresponde con un perfil armónicamente proporcionado dentro del canon de belleza, el perfil recto u ortognático. A partir de ahí, da a conocer 4 grupos faciales: retrognático, mesognático, prognático y prognatismo verdadero. Downs se decanta por el plano de Frankfurt para su análisis y lo divide en dos partes: un análisis esquelético y otro dental (Downs 1948).

Charles Tweed se forma en la escuela de Angle y durante algunos años sigue los principios mecánicos y no extraccionistas divulgados por Angle. Los cuatro principios ortodóncicos que Tweed preconiza como parte de la ortodoncia fueron: el equilibrio y la armonía en las líneas faciales; la estabilidad en la oclusión después del tratamiento; la salud de los tejidos periodontales y la eficiencia masticatoria. Tweed observa que, siendo fiel a los principios no extraccionistas de la escuela de Angle, solo un 20 % de sus casos alcanzaban estos objetivos. Aunque el primer ortodoncista que relaciona la posición del incisivo inferior con el borde inferior del cuerpo de la mandíbula fue Margolis en 1947, Tweed hizo especial hincapié en la posición del incisivo inferior y concluye que es fundamental en la conformación de la estética facial. Debido a los malos resultados obtenidos en los casos tratados en los que observó biprotrusiones e

inestabilidad después del tratamiento, comienza a realizar la extracción de los primeros premolares inaugurando así una nueva filosofía de tratamiento en la ortodoncia. Para Tweed, en los casos de las maloclusiones con un perfil facial equilibrado y con discrepancia dentoalveolar severa, la opción terapéutica más estable consistiría en la extracción de los cuatro primeros premolares. Para el análisis cefalométrico de Tweed se emplean tres planos de referencia: el plano mandibular (Go-Me), la línea que representa el eje longitudinal del incisivo central inferior y el plano horizontal de Frankfurt (Po-Or). Estas tres líneas forman los tres ángulos que definen el triángulo de Tweed: el ángulo FMA (*Frankfurt Mandibular Angle*), el ángulo FMIA (*Frankfurt Mandibular Incisal Angle*) y el ángulo IMPA (*Incisor Mandibular Plane Angle*). El ángulo FMA informa sobre el patrón de crecimiento facial y los ángulos FMIA e IMPA permiten relacionar el eje longitudinal de los incisivos inferiores con el plano de la base ósea mandibular y con la zona del tercio medio facial, representado por el plano horizontal de Frankfurt. El triángulo de Tweed pretende determinar la posición que el incisivo inferior deberá ocupar al final del tratamiento, consiguiendo así establecer un pronóstico de resultados fundamentado en la configuración predictiva del triángulo (Tweed 1954).

El análisis cefalométrico de Cecil Steiner se basa en otros autores como Northwest, Downs o Margolis. Toma como plano de referencia el punto Sella-Nasion y no el plano de Frankfurt por la dificultad de ubicar el punto Porion. Steiner lleva a cabo un estudio basado en el análisis esquelético, dental y estético. Para medir la posición anteroposterior del maxilar en relación a la base craneal realiza la medición del ángulo SNA. El valor establecido como norma es de $82 \pm 2^\circ$. Para valorar la posición anteroposterior de la mandíbula con respecto a la base craneal realiza la medición del ángulo SNB, cuyo valor normal es de $80 \pm 2^\circ$. La diferencia entre los ángulos SNA y SNB es el ángulo ANB, que indica la magnitud de la discrepancia maxilar esquelética al relacionar el maxilar con la mandíbula, siendo la norma de $2 \pm 2^\circ$. Steiner se basa en la sugerencia de Holdaway de que la condición ideal para la ubicación del incisivo central inferior es cuando la corona de este queda por delante de la línea NB, a una distancia igual a la del pogonión de aquella misma línea (Steiner 1953).

Otro de los ortodoncistas más influyentes en el siglo XX fue Ricketts quien, aunque ha trabajado en múltiples temas relacionados con la ortodoncia, se ha centrado

especialmente en la predicción del crecimiento a corto y largo plazo. Todo ello impulsado por los estudios de Downs en 1948, el crecimiento mandibular, el estudio cefalométrico, el estudio de la articulación temporomandibular (ATM) como origen de las maloclusiones o la técnica de tratamiento bioprogresiva.

Según Ricketts, tres son los factores que explican las diferencias en la respuesta al tratamiento de maloclusiones aparentemente similares: 1) los cambios en la base del cráneo o en la localización de la fosa glenoidea; 2) la influencia del movimiento del cóndilo en el comportamiento del mentón y 3) el crecimiento del cóndilo en cantidad y dirección. El crecimiento del cóndilo hacia arriba y adelante tiende a aumentar la amplitud de la cara y por tanto presenta una tendencia braquicefálica, mientras que el crecimiento hacia arriba y atrás incrementa la longitud de la cara presentando una tendencia dolicocefálica.

En 1957 desarrolla un método de predicción del crecimiento que se basaba en utilizar el plano basión-nasión como plano de referencia. El primer paso en la estimación del crecimiento es una proyección de los cambios probables en la base de cráneo. Teniendo en cuenta que el plano sella-nasión crece 1 mm por año en el brote puberal y entre 0,5 y 0,7 mm en la época de la dentición mixta, se establece el plano basión-nasión esperado. Posteriormente Ricketts introduce un nuevo plano para predeterminar el crecimiento del cóndilo, el llamado eje condilar y que define como la “bisectriz del cuello del cóndilo al nivel de articulare que conecta con la parte más profunda de la curvatura de la depresión del cuerpo mandibular anterior al ángulo goníaco o depresión antegonial”. Para valorar la cantidad de crecimiento del cóndilo hay que tener en cuenta que entre los 7 y 9 años el eje condilar crece aproximadamente unos 2 mm por año y durante el brote puberal este crecimiento aumenta hasta los 3 – 4 mm por año. Posteriormente se determinan los cambios en el plano mandibular y en el maxilar (Ricketts 1957).

Ricketts plantea la falta de fiabilidad de los métodos que estudian el crecimiento, lo que conlleva a grandes limitaciones tanto durante el diagnóstico del paciente como en la elaboración del plan de tratamiento y para la valoración del tratamiento efectuado. Para Ricketts, la estimación del crecimiento es una parte fundamental del plan de tratamiento. Sin embargo, el efecto del tratamiento es un factor difícil de interpretar ya

que los cambios esqueléticos, o incluso los cambios fisiológicos que se producen durante el tratamiento, a menudo son referidos como cambios debidos al crecimiento. La mayoría de los métodos cefalométricos existentes no permitían diferenciar entre los cambios fisiológicos y aquellos producidos por el efecto del tratamiento. Es por esto que Ricketts establece un método de superposición basado en 4 pasos en el que el objetivo es realizar dos superposiciones esqueléticas (sífnfisis y maxilar) y dos superposiciones dentales (dientes maxilares y mandibulares) (Ricketts 1975).

- *Superposición 1.* Para el análisis esquelético se toman como referencia los puntos basión, nasión y pterigoideo. El punto pterigoideo se encuentra en el centro del plano basión-nasión (en la parte superior de la fosa pterigomaxilar). Este punto se utiliza como centro de referencia y sustituye al punto sella como punto de referencia. La línea que une el punto pterigoideo con el gnación cefalométrico forma el eje central o “central axis”. Este eje presenta un ángulo de 90° con respecto al plano basión-nasión y una desviación clínica de $\pm 3^\circ$. En ausencia de tratamiento ortodóncico, no se espera un cambio en dicho ángulo y en 5 años la desviación existente es de $\pm 1,5^\circ$.
- *Superposición 2.* Se utiliza el ángulo formado por el plano basión-nasión y el punto A para determinar la posición del maxilar. La variación de dicho ángulo en 5 años es de $\pm 1^\circ$.
- *Superposición 3.* Se basa en el método original propuesto por Brodie y cols. en 1938. Realiza la superposición del plano palatino en la espina nasal anterior. El descenso del paladar con el crecimiento se debe al crecimiento sutural del maxilar y a los fenómenos de remodelado óseo, por lo que se utiliza el plano palatino para valorar los cambios en la dentición maxilar. La superposición sobre el plano palatino determina que tras un tratamiento ortodóncico, se produce un cambio en la posición molar o incisiva de más de 0,4 mm en dos años.
- *Superposición 4.* Para esta superposición son necesarios dos nuevos puntos (punto suprapogonion y punto Xi o centro de la rama) y dos nuevos planos (plano formado por la unión de los puntos suprapogonio-punto Xi y el plano

oclusal verdadero, trazado a través de las superficies oclusales de los dientes posteriores). Cualquier modificación del ángulo formado entre estos dos planos se debe a un tratamiento de ortodoncia (Ricketts 1975).

Otro de los pilares fundamentales de Ricketts fue el desarrollo de la técnica bioprogresiva. Se trata de una técnica que se desarrolla como evolución a la técnica de arco de canto que, junto al estudio de la aplicación de fuerzas ligeras (Storey y Smith 1952), constituye la técnica bioprogresiva. Se crean bandas preformadas dispuestas de forma progresiva y el alineamiento de los rebordes marginales facilita la colocación de un arco recto, excepto el torque radiculovestibular inferior y las dobleces de primer orden. La prescripción de la técnica bioprogresiva se basa fundamentalmente en tres combinaciones: 1) una prescripción estándar en la que se incorpora torque a los incisivos superiores y a los cuatro caninos; 2) una prescripción con torque completo en la que se añade torque en los sectores bucales inferiores junto a la rotación en los tubos de los molares inferiores y 3) una prescripción con triple control en la que se incorporan las compensaciones para los movimientos de primer orden y la rotación del molar superior. En los casos de extracciones, se pretende mantener los primeros molares rectos en la fase de retracción de los caninos. Para ello, se pensó en utilizar los incisivos inferiores como anclaje, y por tanto se diseña un arco que permitía conectar ambos sectores de la arcada. De esta forma se diseña el arco Utility que permite movimientos de intrusión dental (Figura 17) (McNamara 1986).

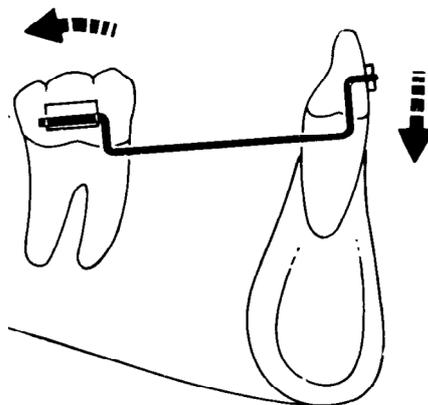


Figura 17. Efecto de intrusión dental del arco Utility (McNamara 1986).

Además del arco Utility, también se diseñan otros arcos como el de doble delta para cerrar espacios tras un tratamiento con arcos seccionales; arco con loop vertical cerrado (de torque) que usado de forma invertida favorecía el cierre de espacios en los incisivos superiores además de dar torque; arco de acabado con loops horizontales que permitía dar torque, controlar la forma de la arcada y sobre tratar durante el proceso de descementado progresivo de las bandas o los arcos seccionales prefabricados como los de retracción de caninos, los arcos seccionales de intrusión o los que presentaban loops con hélix horizontal (Ricketts 1976a, Ricketts 1976b).

Otro de los científicos más influyentes en la segunda mitad del siglo XX fue Charles J. Burstone. Por un lado, muestra el conocimiento de la biomecánica del movimiento dentario y por el otro define conceptos básicos como el centro de resistencia “como el punto a través del cual debe pasar una fuerza aplicada para mover un objeto libre en forma lineal, sin rotación alguna”; es decir, el centro de masa actúa como el “punto de equilibrio” de un objeto. El centro de resistencia de un diente depende de la longitud y la morfología radicular, de la cantidad de raíces, así como del nivel de soporte por parte del hueso alveolar.

Los estudios analíticos determinan que el centro de resistencia de los dientes unirradiculares con nivel normal del hueso alveolar se sitúa entre un cuarto y un tercio de la distancia desde la unión amelocementaria (UAC) hasta el ápice radicular (Tanne y cols. 1987, 1988, 1991). Una fuerza es un vector y por tanto se define por las características de los vectores. Los vectores se caracterizan por tener magnitud y dirección. La magnitud de un vector se representa por su tamaño y la dirección se describe mediante la línea de acción, sentido y punto de aplicación del vector (Smith y Burstone 1984). Las fuerzas ortodóncicas se aplican sobre la corona del diente y por tanto la aplicación de la fuerza no se produce a través del centro de resistencia del diente. Dichas fuerzas, que no actúan a través del centro de resistencia, no producen solo movimiento lineal. El momento de la fuerza es la tendencia de una fuerza a producir una rotación y depende de la magnitud de la fuerza y de la distancia perpendicular desde la línea de acción hasta el centro de resistencia.

Un par de fuerzas consiste en dos fuerzas paralelas de igual magnitud que actúan en direcciones opuestas y separadas por una distancia. Los pares de fuerzas producen un

movimiento rotacional puro en torno al centro de resistencia, independientemente del lugar donde se aplique. La aplicación de fuerzas o pares de fuerzas se produce normalmente en la bracket. Para predecir el tipo de movimiento dentario que se va a producir hay que determinar el sistema de fuerza equivalente en cuanto al centro de resistencia del diente. Este sistema de fuerzas determinará el tipo de movimiento dentario. Si la fuerza lineal pasa por el centro de resistencia dará lugar a un desplazamiento en masa mientras que un par de fuerzas es un momento puro y generará un movimiento de rotación. (Nanda y Goldin 1980, Smith y Burstone 1984). Cada movimiento dental es el resultado de la variación del momento y la fuerza aplicada (en magnitud o punto de aplicación). La relación entre el sistema de fuerzas aplicado y el tipo de movimiento generado se conoce como la relación momento-fuerza (M/F) y determina el tipo de movimiento producido, pudiendo clasificarse en movimientos de inclinación controlada e incontrolada, movimiento de traslación y movimiento radicular (Burstone y Pryputniewicz 1980, Tanne y cols. 1988, 1991).

Los tratamientos previos a la introducción de nuevas aleaciones se realizaban empleando una única aleación, que generalmente consistía en acero inoxidable, y cuya secuencia consistía en el cambio progresivo a alambres de mayor calibre. Burstone fue una figura influyente en el desarrollo de nuevas aleaciones como fueron la de beta-titanio (Burstone y Goldberg 1980) y la de níquel-titanio (Burstone y cols. 1985) así como en el uso de arcos de resinas compuestas (Burstone y Kuhlberg 2000).

Aunque los científicos conocían algunas propiedades de las aleaciones con memoria de forma desde 1932, las primeras aplicaciones prácticas no comenzaron a desarrollarse hasta 1960. William Beuhler descubre una aleación de níquel-titanio con esta propiedad en un programa de investigación encaminado a la obtención de una aleación con alta resistencia a la corrosión. Esta nueva aleación recibe el nombre de NiTiNOL (acrónimo de Ni-Ti-Naval Ordnance Laboratory) y se caracteriza por presentar una estructura cristalina martensítica estabilizada y resistencia a la deformación permanente. Su composición original contiene un 55 % de níquel, un 42 % de titanio y un 3 % de cobalto. A pesar de que las aleaciones de níquel-titanio son introducidas en ortodoncia por Andreasen y Brady en 1972, Burstone contribuye a modificar la idea clásica de ir aumentando progresivamente el calibre de los alambres de acero, e introduce el cambio de la aleación del alambre (es decir, del número de

rigidez). Ello permitía no solo modificar la rigidez mediante la variación de la sección del alambre, sino también variando el material. La rigidez viene determinada por el propio alambre y por el diseño del aparato. A la hora de seleccionar un alambre de ortodoncia hay que tener en cuenta sus propiedades físicas básicas, en especial la rigidez que viene determinada por el número de rigidez y la geometría de la sección transversal del material. El número de rigidez del alambre (W_s) se obtiene al multiplicar el valor de la rigidez del material (M_s) por el diámetro del alambre (C_s) (es decir, $W_s = M_s \times C_s$). El número de rigidez depende del módulo de elasticidad del material. Con el fin de establecer comparaciones entre los distintos materiales, y dado que los alambres de acero inoxidable han sido los más utilizados en ortodoncia, se le asignó a estos alambres un valor equivalente a 1 unidad. A partir de las tablas creadas por Burstone es posible establecer una comparación entre los distintos tipos de alambre teniendo en cuenta su rigidez y observar valores similares, por ejemplo, entre un alambre rectangular de 0,018" x 0,025" de TMA y uno redondo de 0,018" de acero inoxidable (Burstone 1981).

Situación actual

A lo largo de los años, se han estudiado diversas teorías que relacionan la fuerza ortodóncica con el desplazamiento dental (Reitan 1957, Quinn y Yokishawa 1985). En 1932, Schwarz propone que las fuerzas ortodóncicas no deberían exceder la presión de la sangre en los capilares del ligamento periodontal. En 1952, Storey y Smith desarrollan el concepto de fuerza óptima como "el mínimo valor de fuerza que produce máxima proporción de desplazamiento dental, dentro de los límites de la respuesta biológica".

En un estudio observaron que la proporción de desplazamiento dental aumenta junto con la fuerza hasta cierto punto, a partir del cual una fuerza mayor no produce un aumento apreciable del desplazamiento dental. Estos mismos autores afirmaron que existe una gama óptima de fuerzas dentro de la cual se obtiene el mayor desplazamiento dental (Quinn y Yokishawa 1985).

Existen varias características que afectan a la relación entre la carga y la deflexión del alambre como el diámetro, la longitud o el tipo de material del alambre. Durante los

tratamientos con la técnica de arco de canto, se empleaban diferentes recursos como la reducción de la sección transversal del alambre o la incorporación de asas que permitían reducir la carga-deflexión. De esta forma, se pretendía mantener las fuerzas dentro del rango óptimo. Uno de los avances más significativos en la práctica clínica es la introducción de nuevos materiales, como las aleaciones con memoria de níquel-titanio. Dichos alambres presentan un módulo de elasticidad más bajo que los clásicos alambres de acero y por tanto, presentan una menor relación entre la carga y la deflexión del alambre (Burstone y cols. 1985).

A lo largo del siglo XX, y después de la creación de la bracket por parte de Angle, la atención se vuelca en mejorar y evolucionar dicha bracket. Aunque poco después de su creación, su discípulo Steiner introdujera numerosas modificaciones, las brackets han ido evolucionando y progresando con la construcción de brackets gemelares (Figura 18) que permiten aumentar el área de contacto con el arco facilitando los movimientos de rotación, o brackets anguladas que aseguran el movimiento mesiodistal sin provocar inclinaciones indeseadas (Canut 1999).

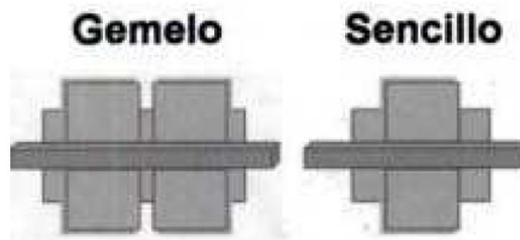


Figura 18. Esquema de la bracket sencilla y gemelar de la técnica de arco de canto (Uribe 2004).

Los nuevos materiales también han cambiado la apariencia de las brackets con la introducción de brackets metálicas, cerámicas, de policarbonato, circonio e incluso aquellas fabricadas con metal dorado.

Pero tal vez la innovación más revolucionaria de la bracket *edgewise* ha sido el regreso del mecanismo del torque que, en vez de proporcionar la torsión del alambre rectangular, proporciona la angulación de la ranura. Esta mejora parece haber resuelto el gran problema de tener que torsionar individualmente los alambres rectangulares, según las exigencias de cada caso (Rocke 1994, Graber y Vanarsdall 2003).

En la misma década en la que se incorporaba la aleación de níquel-titanio a la ortodoncia (Andreasen y Brady 1972), Ricketts mejoraba su método de superposición e intentaba predecir el crecimiento (Ricketts 1975) y Lawrence F. Andrews publicaba las seis llaves de la oclusión (Andrews 1972). Aunque el aparato de arco recto y el uso de fuerzas ligeras ya lo preconizara Jarabak en 1960; Andrews popularizó la técnica *Straight-Wire*, la cual es una de las grandes evoluciones de la ortodoncia (Andrews 1976).

En su artículo, Andrews se basa en la medición de 120 casos no tratados ortodóncicamente y utiliza estos datos como base para el diseño de un sistema de brackets. Establece el eje mayor de las coronas clínicas de los dientes, selecciona el centro de la corona del diente para ubicar la bracket, toma todas las medidas desde una perpendicular al plano de Andrews con respecto al eje mayor de las coronas clínicas con el *in/out* medido desde una línea que conecta los puntos de contacto de los dientes en el centro de la coronas clínicas. Posteriormente construye un aparato en el cual la base de las brackets fuera bicóncava en los sentidos mesiodistal y oclusogingival, para que se adaptara a las coronas dentales. Para que las brackets se asienten en la posición correcta, el radio de la curvatura bicóncava de la base debe ser igual o menor que el de la superficie del diente. Esto significa que cuando todos los dientes estén en posición ideal, todas las bases de las brackets están paralelas entre sí y en relación con el plano de Andrews (Andrews 1972). En esta nueva bracket se incorpora la información relativa al torque, inclinación y rotación, de forma que no sea preciso realizar dobleces en los arcos durante el tratamiento de ortodoncia. Andrews defiende que el torque no debe estar en la ranura sino incorporado en la base de la bracket, de acuerdo a la configuración de la superficie coronaria. En este nuevo sistema no se utilizan medidas especiales de preparación de anclaje como las dobleces de segundo orden. Esto se tradujo clínicamente en la presencia de diversos problemas, como fuera el efecto de “montaña rusa” mediante el cual se producía una rápida e indeseable acentuación de la sobremordida debido a la deformación del arco ante una fuerza más pesada que su capacidad de resistencia. El uso de las cadenetas elásticas, que generan fuerzas pesadas, tiene la tendencia a la inclinación y rotación de los premolares y caninos en los espacios de extracción y a la alteración en el torque y tip de los dientes (McLaughlin y cols. 2001).

Otro de los problemas de los aparatos preajustados era la tendencia a la vestibulización de los dientes anteriores. Esto se solía acompañar de una pérdida de anclaje posterior y por tanto de un aumento del perímetro de las arcadas dentarias. Para contrarrestar dichos efectos se utilizaban retroligaduras que previnieran la inclinación de los caninos hacia mesial y dobleces en distal del último molar que limitaran el perímetro del arco y evitaban la vestibulización de los incisivos. Inicialmente, Andrews introduce una serie de modificaciones con el fin de solventar los problemas producidos con el aparato de arco recto estándar. Recomienda la utilización de una amplia gama de brackets en función de la situación clínica existente. Por ejemplo, para los casos de extracciones era necesario utilizar las brackets de caninos con compensaciones antinclinación, antirrotación y brazos de palanca. Para los incisivos, recomienda la utilización de tres tipos diferentes de brackets con diferentes grados de torque (McLaughlin y cols. 2001).

En el momento en el que se incorpora el torque en la ranura de la bracket, surgen algunos estudios que tratan de determinar cuál es la angulación ideal de cada grupo de dientes, de forma que cada uno reciba el torque adecuado dependiendo de la fase del tratamiento. Estas modificaciones han propiciado la aparición de la denominada bracket de “preprogramado” o “preajustado”. Los dientes se deslizan a lo largo del arco rectangular, lo cual plantea una fricción con la ranura que debe resolverse con un grado de holgura o espacio reducido que teóricamente contradice el principio del torque preconizado por Angle, basado en el exacto encaje del alambre con la ranura de la bracket. Sin embargo, un estudio (Kusy y Whitley 1999) demuestra que el tamaño real de los alambres rectangulares y la ranura de las brackets es algo menor que el tamaño nominal anunciado por los fabricantes.

En cuanto a la fabricación de las brackets metálicas, se pueden elaborar mediante sistemas de fundición o por mecanizado. Las brackets fabricadas por sistemas de fundición se realizan por inyección de acero inoxidable, con lo cual se consigue un acabado exacto, sobre todo en su slot. Esto favorece que el cuerpo y las aletas sean redondeadas y se elimina cualquier tipo de arista incómodas o desagradables para los tejidos blandos. La forma redondeada hace que en el momento de introducir un alambre rectangular se formen dos ángulos que dan como resultado un juego en el torque denominado “torque diferencial”. Las brackets fabricadas por mecanizado se desarrollan

a partir de un bloque sólido de acero inoxidable a las que se consigue llegar a la forma deseada mediante fresas y tornos (Graber y Vanarsdall 2003). La bracket ideal debe tener las siguientes características (Canut 2000): sencilla de identificar; ofrecer el máximo control en los tres planos del espacio; máxima efectividad biomecánica, es decir, capaz de corregir rotaciones y transmitir al diente la máxima información externa del arco e interna del slot o base de la bracket; resistente a la tracción y a las fuerzas masticatorias; estética, fácil de limpiar y cómoda; física y químicamente estable; no debe alterar el esmalte ni producir tinciones; fácil despegado; biocompatible y económica.

Actualmente existe una gran variedad de brackets propiciada por los modelos patentados por nombres consagrados en el mundo de la ortodoncia tales como Roth, Ricketts, Alexander o Hilgers, cada uno de los cuales ofrece su versión personal que solo difiere en pequeños detalles tales como los grados de torque e inclinación, o como también en las dimensiones del slot 0,022” x 0,028” y 0,018” x 0,025” (Figura 19). Desde un punto de vista objetivo y crítico, se puede concluir que todas proceden de la bracket creada por Angle.

	Arcada superior								Arcada inferior							
Viazis	Torque	20	10	5	-5	-5	-10	-10	-5	-5	-5	-15	-20	-30	-30	
	Angulación	5	10	15	0	0	0	0	0	0	5	0	0	-5	-5	
Andrews	Torque	7	3	-7	-7	-7	-9	-9	-1	-1	-11	-17	-22	-30	-30	
	Angulación	5	9	11	2	2	5	5	2	2	5	2	2	2	2	
Roth	Torque	12	8	-2	-7	-7	-14	-14	-1	-1	-11	-17	-22	-30	-30	
	Angulación	5	9	13	0	0	0	0	2	2	7	-1	-1	-1	-1	
Swain	Torque	12	8	2	-7	-7	-14	14	2	2	0	-17	-22	-30	-25	
	Angulación	5	9	11	0	0	0	-5	2	2	7	-1	-1	-1	-1	
Alexander	Torque	14	7	-3	-7	-7	-10	-	-5	-5	-7	-11	-17	-22	-27	
	Angulación	5	8	10	0	0	0	-	2	2	6	0	0	-6	-6	
Hilgers	Torque	22	14	7	-7	-7	-10	-10	-1	-1	7	-11	-17	-27	-27	
	Angulación	5	8	10	0	0	0	0	0	0	5	0	0	-5	-5	
Ricketts	Torque	17	11	5	0	0	0	0	0	0	2	-6	-14	-24	-34	
	Angulación	3	10	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	-5	-5	

Figura 19. Diferentes grados de torque y angulación en la prescripción de algunos autores (Viazis 1995).

Con los aparatos preajustados hay una progresión gradual hacia el acabado del caso, en lugar de una etapa final de doblado de alambre. Los resultados que se obtienen están limitados por la capacidad del ortodoncista para colocar adecuadamente las brackets y la capacidad de adaptación del aparato a la variación individual del paciente.

El tratamiento de ortodoncia se divide en 3 etapas: alineación y nivelación, corrección anteroposterior y finalización, y acabado del caso. Durante la última fase de terminación con los aparatos preajustados se han establecido una serie de objetivos: (McLaughlin y Bennett 2003) cóndilos en posición céntrica; musculatura relajada; las “seis claves” de la oclusión en clase I con 3 mm de resalte y sobremordida; movimientos funcionales con una oclusión mutuamente protegida; salud periodontal y estética óptima.

En julio del año 2000, la American Board of Orthodontics (ABO 1998) cuantifica los objetivos de la oclusión estática mediante la evaluación de siete características:

- 1- Alineación: los bordes incisales de los dientes anteriores deben estar bien alineados, al igual que las cúspides mesio-vestibular y disto-vestibular de los dientes posteriores mandibulares y la fosa central de los dientes posteriores superiores.
- 2- Crestas marginales: las crestas marginales de los dientes posteriores tanto maxilares como mandibulares han de estar nivelados.
- 3- Inclinación buco-lingual: es necesario que exista un torque adecuado en los sectores posteriores.
- 4- Contactos oclusales: han de ser correctos sobre todo a nivel de premolares y molares.
- 5- Relaciones oclusales: ha de existir una correcta relación anteroposterior de molares, premolares y caninos según la clasificación de Angle.
- 6- Resalte: resulta imprescindible una correcta distancia entre la cara palatina de los caninos e incisivos superiores respecto a la cara vestibular de los caninos e incisivos inferiores. En la zona posterior debe existir una correcta distancia entre las cúspides de los premolares y molares mandibulares respecto a su fosa antagonista.

- 7- Contactos interproximales: desde una vista oclusal, las caras mesial y distal de los dientes adyacentes han de estar en contacto.

No debemos olvidar que además de los aspectos oclusivos, los condicionantes estéticos juegan un papel muy importante a la hora de lograr una correcta finalización del caso. Algunos de los aspectos (Poling 1999) que debemos tener en cuenta y que condicionan la calidad a la hora de terminar el tratamiento son los siguientes:

- Paralelismo radicular: si a nivel de los incisivos superiores existe una posición divergente de sus raíces, clínicamente puede observarse un triángulo negro debido a una posición más incisal del punto de contacto. En estos casos mediante las dobleces en “V” en los arcos de acero inoxidable de finalización se consigue un correcto paralelismo radicular, con una posición más gingival del punto de contacto y una corrección del triángulo negro. Cuando las raíces de los incisivos son convergentes y el punto de contacto está situado más gingivalmente, se realizará un doblez en “V invertida”. Otra zona en la que se dan problemas durante la fase de acabado es entre la raíz del segundo premolar y el primer molar superiores. En ocasiones, la cresta marginal distal del segundo premolar queda en una posición más gingival que la cresta mesial del primer molar (Figura 20).

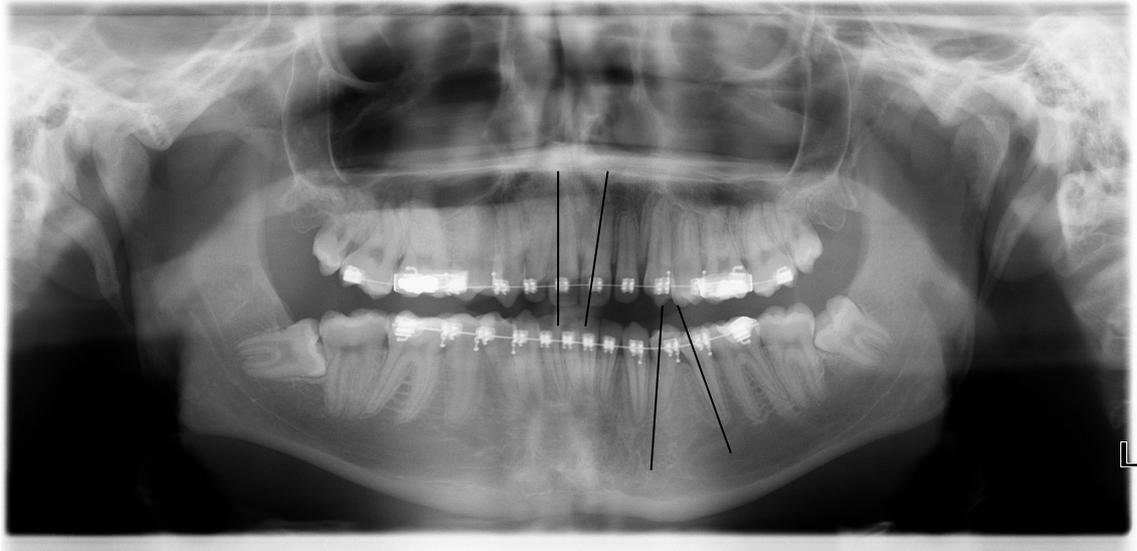


Figura 20. Disparalelismo radicular en los incisivos superiores y premolares inferiores.

- La estética del paciente y los contornos gingivales: se debe tener en cuenta la exposición del incisivo superior con los labios en reposo y sonriendo. En algunos casos, se aconseja la realización de gingivectomías para alargar la corona dentaria del incisivo superior y mejorar así la estética dental (Kokich 1996) (Figura 21).



Figura 21. Caso clínico en el que se recurre a la gingivectomía para mejorar la estética dental.

- Coincidencia de la línea media facial con la línea media dental.
- Torque de los dientes anteriores.
- Hábitos funcionales: consideración de aquellos hábitos del paciente que puedan comprometer la estabilidad del tratamiento como la interposición lingual, la succión digital, la onicofagia o el hecho de tocar instrumentos musicales.
- Articulación temporomandibular: examinaremos la apertura interincisal, los sonidos articulares, el rango de movimiento de la articulación y la desviación durante la trayectoria de apertura.
- La clase molar y el resalte: finalización del caso de ortodoncia en clase I molar con un correcto resalte.
- Las relaciones verticales: el caso se finalizará con una curva de Spee plana y una correcta sobremordida.
- Presencia de espacios y la relación entre el tamaño dentario de los dientes: se debe finalizar el caso con todos los espacios cerrados, y tener en cuenta las restauraciones estéticas, sobre todo en el caso de dientes con anomalías del volumen dentario (Figura 22).



Figura 22. Caso clínico en el que hay que solucionar el problema de volumen dentario del incisivo lateral superior izquierdo.

- Torque de dientes anterosuperiores y anteroinferiores: resulta imprescindible que tanto los incisivos superiores como inferiores estén correctamente alineados, sin triángulos negros y con adecuada inclinación y torque. Los incisivos laterales superiores deben tener los bordes incisales ligeramente más altos que los incisivos centrales. La cúspide de los caninos superiores ha de quedar

ligeramente más baja que el borde incisal de los incisivos centrales para conseguir una correcta guía canina en los movimientos de lateralidad (Figura 23).



Figura 23. Posición de los bordes incisales de los dientes anterosuperiores.

- Interdigitación entre las arcadas dentarias: en la última fase del tratamiento es necesario garantizar la interdigitación entre las arcadas dentarias mediante el uso de elásticos intermaxilares de asentamiento (guía canina y premolar).

Ortodoncia lingual

Repaso histórico

Hasta la segunda mitad del siglo XX no podemos hablar de ortodoncia lingual propiamente dicha. Sin embargo, los intentos por hacer invisible la ortodoncia se remontan al siglo XVIII. El aparato denominado *Le Bandelette*, diseñado por Pierre Fauchard en 1726 para la expansión transversal, ya podía utilizarse por lingual (Baca 1998). Sin embargo, es Pierre Joachim Lefoulon quien en 1841 crea el primer arco lingual (Figura 24) con capacidad para provocar expansión transversal (Siciliani y Terranova 2001). Dewey diseña un arco lingual (Dewey 1916) pero fue Mershon el que populariza este tipo de arco (Wahl 2005). Inicialmente se utilizaba el arco lingual para realizar movimientos de expansión. Posteriormente Nance describe la indicación del arco lingual para aprovechar el espacio de deriva durante el tratamiento de la dentición mixta (Nance 1947a, Nance 1947b).



Figura 24. Arco lingual de Pierre Joachim Lefoulon.

En la misma década de los años 70 y mientras Lawrence F. Andrews introduce el arco recto como nuevo concepto de tratamiento ortodóncico, ya comenzaba a desarrollarse la ortodoncia lingual. En Estados Unidos vino de manos de Craven Kurz en 1982 mientras que Fujita creaba de manera paralela en Japón un arco con la clásica forma de seta (Fujita 1979).

La ortodoncia lingual proporciona una innegable ventaja estética y es por esto que a partir de la década de 1990 se diseñan varios sistemas de aparatología lingual (Creekmore 1989, Hüge 1998, Fillion 1998, Geron 1999, Geron y Romano 2001, Wiechmann 2001). Sin embargo, desde sus inicios la ortodoncia lingual ha presentado algunos inconvenientes para el ortodoncista (Geron y Romano 2001) como son los siguientes:

- Dificultad en la visión, particularmente en los dientes anteriores retroinclinados.
- Variación en la morfología de las superficies linguales, especialmente en los dientes anterosuperiores.
- Diferencia de grosores vestibulo-linguales que requieren muchas dobleces in-out (Creekmore 1989).
- Menor distancia inter-bracket en la región anterior, lo cual dificulta las dobleces de compensación.

Estos inconvenientes determinan que el posicionamiento de las brackets sea una fase importante durante el tratamiento con ortodoncia lingual. Precisamente, los problemas que más se han observado al inicio del tratamiento se han debido a la falta de precisión en el posicionamiento de las brackets (inicialmente se adherían de forma directa). Es por esto que las múltiples técnicas desarrolladas han intentado solventar estas dificultades mediante la mejora en las técnicas de adhesión indirecta. Uno de los factores que más ha influido a la hora de solventar dichos inconvenientes es la evolución tecnológica, que ha permitido introducir nuevos protocolos de laboratorio. Los sistemas de diseño y de fabricación asistidos por ordenador (CAD-CAM) fueron introducidos por Patrick Hanratty hace más de 50 años en la industria de la ingeniería (Sanders 2012), aunque los primeros estudios que relacionan el CAD-CAM con la ortodoncia datan de la década de 1980 (Bhatia y Sowray 1984). La tecnología CAD-CAM es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de producto. Esta disciplina se ha convertido en un requisito indispensable para la industria actual que se enfrenta a la necesidad de mejorar la calidad, disminuir los costes y acortar los tiempos de diseño y producción. La única alternativa para conseguir este triple objetivo es utilizar la potencia de las herramientas informáticas actuales e integrar todos los procesos para mejorar la eficiencia en el desarrollo de los productos y en su fabricación.

Entre las técnicas desarrolladas se encuentra la técnica *Slot Machine* impulsada por Creekmore en 1989. Se trata de un instrumento para la colocación de brackets para su cementado indirecto. Mediante la utilización de plantillas de orientación y guías de rotación permite orientar las brackets en cada diente en cualquier ángulo de inclinación, torque, rotación y altura. En 1998, Hüge desarrolla el sistema CLASS (*Custom Lingual Appliance Set-Up Service*). En este sistema, inicialmente se realiza un set-up ideal del caso finalizado y sobre este modelo se determina la posición correcta de la bracket. Tiene la ventaja de que permite posicionar las brackets de manera individual teniendo en cuenta la oclusión ideal para el paciente. Sus principales inconvenientes son los múltiples factores que durante el proceso pueden mermar la exactitud de la cubeta de transferencia, tales como la exactitud de la impresión y del duplicado o la transferencia de las brackets. En el mismo año, Filion diseña el sistema TARG (*Torque Angulation*

Reference Guide) cuya principal diferencia con el anterior era que no era preciso realizar un set-up ideal del caso finalizado ya que las brackets se adherían al modelo original. Este modelo se disponía sobre una base rotatoria que se inclinaba hasta que el eje mayor del diente se encontrara alineado con un punto de referencia específico (que presenta la información de torque e inclinación apropiadas para dicho diente). Posteriormente se determinaba la altura y el grosor labio-lingual de las brackets y más tarde se llevaba al paciente a través de una cubeta de transferencia.

Un año más tarde Geron desarrolla el sistema LBJ (*Lingual Bracket Jig*) el cual se caracteriza por su transferencia de las prescripciones de las brackets labiales a las linguales, realizada mediante la utilización de un “jig”. Inicialmente se posiciona la bracket en la cara vestibular en el centro de la corona clínica del diente con mayor distancia vestíbulo lingual del frente anterior y mediante este “jig” se coloca la bracket lingual mejorando el control de la altura y de la posición labio-lingual. La principal ventaja es que no requiere de un set-up. Sin embargo, como inconveniente está el limitado número de prescripciones disponibles en los “jigs”. En este mismo año, Rummel desarrolla junto con Wiechmann el primer sistema de ortodoncia lingual basado en la tecnología CAD-CAM. La conformación de los arcos se hace posible mediante el sistema denominado *Orthomante*, el cual conlleva un escaneo previo en 3D de la posición de los dientes. Las brackets están fabricadas de una aleación con alto contenido de oro de alta dureza (dureza Vickers de 310 kg/mm) y debido a las características de este metal noble se consigue un mayor ajuste entre el arco y el slot durante el proceso de laboratorio. Se trata de un sistema con un slot combinado. En el sector posterior el arco es en cinta con una dirección de inserción horizontal; lo que permite un buen control sobre la alineación y nivelación, además de la inclinación, pero pierde control en el torque y en las rotaciones. En la región anterior, el slot se adapta a la morfología individual de las piezas dentarias, es paralelo a la superficie lingual de los dientes con una dirección de inserción vertical, lo que permite un buen control de las rotaciones, torque y alineación pero pierde efectividad en la nivelación (Figura 25) (Wang y cols. 2012).

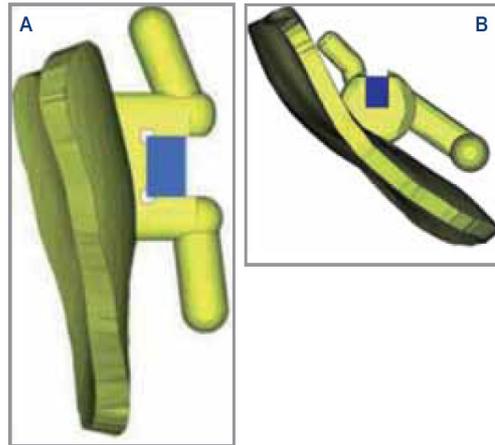


Figura 25. A) Slot horizontal; B) Slot vertical (Wang y cols. 2012).

A lo largo del tratamiento, y especialmente en los casos en los que se produzcan extracciones, es fundamental controlar tanto el torque como la inclinación para evitar así el efecto *bowing* del arco, el cual tiende a curvarse (tanto en sentido vertical como transversal). Para ello, el uso de arcos que llenen por completo el slot en las etapas de trabajo y finalización como los arcos 0,0182" x 0,0182" y 0,018" x 0,025" permiten mantener un torque correcto en la zona anterior y el *tip* en los sectores posteriores. Otra forma de evitar este efecto es utilizar arcos de menor tamaño con sobrecorrecciones.

En el año 2000 Kim y cols. diseñan el sistema KISS (*Korean Indirect Bonding Set-up System*). Se trata de un posicionador de brackets linguales. Las brackets se transfieren del modelo de set-up al modelo original a través de unas cubetas de transferencia individuales para cada diente. Su principal ventaja es la exactitud en el cementado de las brackets, tanto en las etapas iniciales como en los casos de recementado. No obstante, entre los principales inconvenientes se encuentra un tiempo de sillón más prolongado debido a la necesidad de cementar las brackets de forma individual y a un proceso de laboratorio más complicado.

Wiechmann desarrolló en 2001 el sistema BAS (*Bending Arts System*). Se trata de un sistema robotizado de confección de alambres linguales individualizados. Inicialmente es necesario un set-up ideal del caso finalizado. A diferencia de otros

sistemas que precisan del set-up ideal del caso, en este sistema no es necesaria la utilización de bases de resina que compensen la diferencia en la anchura de los dientes ya que esta compensación se realiza mediante el doblado del alambre. Entre sus principales ventajas destaca una reducción considerable del tiempo de sillón o la posibilidad de delegar la mayor parte del trabajo. Asimismo su principal inconveniente es la falta de exactitud en los casos de recementado.

Situación actual

Tal y como hemos explicado anteriormente y desde la aparición de los primeros aparatos de ortodoncia lingual creados en la década de los 70 por parte de Fujita en 1979 y Craven Kurz en 1982, son muchos los sistemas de aparatología lingual que se han diseñado. Aunque la demanda de los tratamientos de ortodoncia lingual ha experimentado un auge en los últimos años, no son muchos los ortodontistas que realizan esta técnica debido a tres principales inconvenientes:

- La adaptación del paciente a los aparatos linguales, especialmente durante el habla.
- Dificultad para finalizar el caso de forma precisa.
- La inexactitud en los casos en los que falla la adhesión y es preciso recementar.

Para hacer frente a estas deficiencias, Wiechmann desarrolla un nuevo sistema de brackets linguales en 2001 (*Lingualcare Concept*). Su objetivo era mejorar la viabilidad del tratamiento lingual para hacer un aparato más cómodo para el paciente y más fácil de manejar para el ortodontista (Wiechmann 2000, Wiechmann 2001, Wiechmann 2002, Wiechmann y cols. 2003).

La principal novedad introducida por Wiechmann es la fabricación asistida por ordenador gracias a la utilización de una aleación de oro. De esta forma, el ortodontista puede diseñar de forma individualizada la aparatología ajustándola a un tratamiento específico o según el tipo de maloclusión. Aunque el término de “sistema individualizado” se ha aplicado a los sistemas de ortodoncia lingual fabricados anteriormente, no es hasta la incorporación del CAD-CAM cuando se individualiza literalmente este sistema. Mediante esta técnica no solo se personaliza el proceso de

fabricación sino también el sistema de posicionamiento de las brackets y de los arcos empleados (Mujagic y cols. 2005), lo cual permite crear unas brackets con un perfil más bajo y más próximo al diente (Hohoff y cols. 2003, Hohoff y cols. 2004).

A partir de la introducción de los sistemas informatizados (sistema CAD-CAM) comienzan a diseñarse nuevos sistemas de ortodoncia lingual siendo uno de los más popularizados el sistema IncognitoTM desarrollado por Wiechmann.

El sistema IncognitoTM es un sistema de ortodoncia lingual que utiliza un escáner óptico de alta resolución 3D mediante el cual se diseñan y construyen las brackets a través de un software propio basado en la tecnología CAD/CAM. Las brackets ocupan la mayor parte de la cara lingual, lo que aumenta la superficie de contacto entre la bracket y el diente y mejora la adhesión. El posicionamiento de las brackets linguales se basa en un método denominado TOP (*Transfer Optimized Positioning*). Las brackets se diseñan a partir del set-up del modelo ideal y posteriormente se cementan a través de la confección de una férula de transferencia (sistema IncognitoTM). Entre sus ventajas, destacan entre otras la mayor precisión de cementado de las brackets (Demling y cols. 2009) y el mayor control del torque (Lawson 2013). Sin embargo, se ha descrito que la duración del tratamiento es mayor y, por tanto, estos pacientes están más expuestos a los riesgos derivados de un tratamiento ortodóncico prolongado como pudieran ser las reabsorciones radiculares o las descalcificaciones en el esmalte (Knösel y cols. 2014).

Posteriormente surgió el sistema Harmony desarrollado por Patrick Curiel. Se trata de un sistema de ortodoncia lingual que puede utilizar brackets convencionales de ranura horizontal, vertical, de ranura doble o de autoligado. Se trata de un sistema personalizado digitalmente que utiliza la tecnología de escaneo digital y CAD/CAM. Se confeccionan dos set-up por cada arcada; uno real que servirá para el diagnóstico y comprobación del caso, y otro virtual a partir del cual se confeccionará la aparatología. Mediante este sistema se confeccionan de forma individualizada los arcos que pueden ser con forma de hongo con compensaciones entre los caninos y premolares, similar al arco lingual descrito por Fujita en 1979. Estas compensaciones pueden ser a nivel de molares, en todos los dientes o arcos con compensaciones específicas en función de las necesidades de cada caso. Su diseño permite un control tanto en fases iniciales de alineación como en las fases finales del tratamiento. La exactitud en su cementado se

basa en el uso de posicionadores individuales para los dientes anteriores (Tapia-González y Tapia 2011).

Otro sistema tridimensional de ortodoncia lingual es el sistema Orapix (Filion 2010). Este sistema permite digitalizar los modelos de trabajo realizando un set-up virtual y colocar las brackets también de forma virtual desarrollando unos jigs de transferencia a partir de la tecnología CAD-CAM. Los arcos se obtienen de forma individualizada a través de un software 3D y carecen de dobleces, por lo que el uso de arcos rectos facilita la mecánica de deslizamiento.

Desde que se desarrollaran los primeros aparatos de ortodoncia lingual esta técnica experimentó su gran apogeo y popularidad durante la década de los 80. El hecho de que surgieran brackets estéticas como alternativa a las metálicas convencionales (Bishara y Fehr 1997) y los problemas derivados en la finalización provocó un declive de su uso. Algunos de los problemas con los que se encontraban los ortodontistas que empleaban las primeras técnicas de ortodoncia lingual eran la variación en la anatomía dentaria, siendo más difícil cuanto mayor es la dimensión bucolingual del diente. Otro problema se derivaba de la necesidad de fabricar un nuevo arco prefabricado de finalización en los casos que requerían recementar alguna bracket para corregir un problema de alineación. Más aún, se añadía la problemática de discernir entre los problemas de torque y los verticales en las etapas finales del tratamiento, o el factor psicológico del paciente, ya que suelen ser empleados por pacientes con una exigencia mayor al final del tratamiento (Rummel y cols. 1999).

Con el fin de solucionar dichos inconvenientes en los tratamientos con ortodoncia lingual, compartir e intercambiar experiencias se crearon sociedades tales como la *European Society of Lingual Orthodontics (ESLO)* creada en 1992 o la *British Lingual Orthodontic Society* creada en 2002.

Además de la aparición de estas sociedades que permitían los encuentros para favorecer el intercambio de conocimientos en cuanto a los tratamientos con ortodoncia lingual, el uso de esta técnica también se populariza gracias a la creación de cursos de formación para ortodontistas. El primer curso de formación específica en ortodoncia lingual se crea en 1996 en la Universidad de París V de manos de Altounian, Decker y Fillion (Chatoo 2013). La dificultad para acceder a la zona lingual, la mayor

variabilidad anatómica de la cara lingual con respecto a la vestibular y la dificultad para colocar de forma precisa la aparatología ha conllevado un mayor desarrollo de nuevas técnicas de laboratorio (Buso-Frost y Fillion 2006).

Dejando a un lado la innegable y evidente ventaja estética de la ortodoncia lingual respecto a la ortodoncia vestibular, se han descrito ventajas desde el punto de vista biomecánico, en particular referido a la expansión, a la mordida abierta, a la retracción en masa (George y Hirani 2013), al torque, a la inclinación y a la rotación de los dientes (Alexander y cols. 1982, Creekmore 1988). Debido a la diferencia de espesor vestibulo-lingual del diente, los arcos linguales son aproximadamente un 30 % más cortos, por lo que si se coloca en una arcada comprimida, el arco estará a menor una distancia y ejercerá una mayor fuerza, especialmente con los alambres que presentan un comportamiento lineal de tensión/deformación, como son por ejemplo los arcos de níquel-titanio.

En los casos en los que se requiera una apertura de la mordida (sobremordidas profundas con ausencia de crecimiento vertical), esta se conseguirá con mayor facilidad gracias a los arcos linguales, ya que al trabajar más cerca del centro de resistencia del diente, se consigue una intrusión de los dientes anteriores con menores efectos de inclinación (George y Hirani 2013).

Cuando se requiera anclaje, por ejemplo, en los casos en los que se realiza la retracción en masa de un diente anterior, es importante el control del torque. Este se puede llevar a cabo a través de la prescripción existente en la bracket, o también teniendo en cuenta la posición vertical del punto de aplicación de la fuerza (George y Hirani 2013). Uno de los factores que afecta tanto a la rotación como a la inclinación dental es la distancia interbracket que, al ser menor en la ortodoncia lingual, proporciona un menor control de la rotación. Mientras que con la técnica vestibular se controla la rotación dentaria gracias al uso de cuñas de rotación, botones linguales para establecer un par de fuerzas o dobleces en el arco; con la técnica lingual se controla mediante un cementado indirecto con una sobrecorrección del 10 al 15 %, o mediante el uso de la ligadura circunferencial de Scott. De la misma forma, el control de la inclinación es menor en la técnica lingual ya que al haber menos distancia entre las

brackets, hay que aplicar fuerzas más intensas para lograr el mismo efecto de par de fuerzas (Alexander y cols. 1982, Creekmore 1988).

A pesar de las ventajas de la ortodoncia lingual, esta técnica no está exenta de complicaciones. Precisamente, una de las dificultades más notables de la ortodoncia lingual es la terminación de los casos clínicos. Se han descrito algunos factores que pueden propiciar estas dificultades como son las características de los pacientes, la anatomía de la cara lingual de los dientes o los aspectos biomecánicos. La mayoría de los pacientes tratados con ortodoncia lingual son adultos que presentan problemas dentales generales y alteraciones periodontales. Por lo tanto, se trata de un tratamiento más exigente que requiere soluciones individuales para casos específicos y un enfoque interdisciplinario para lograr un resultado óptimo (Geron 2006). La dificultad para lograr un buen resultado se acrecienta cuando aparecen problemas de desgaste dental, ausencias dentarias, problemas periodontales o restauraciones. Las complicaciones se incrementan con la ortodoncia lingual ya que la superficie lingual de los dientes suele verse más comprometida en estas situaciones (Kokich 2003). En estos casos en los que el diámetro bucolingual del diente se ve afectado, se utiliza un diseño de bracket con diferentes espesores (en sentido bucolingual) que permita compensar esta diferencia. Este tipo de brackets pueden aumentar la incomodidad del paciente, reducir la distancia interbracket o afectar a los movimientos dentales. Como alternativa, se pueden confeccionar arcos con dobleces que permitan compensar esa diferencia (Geron 2006).

La anatomía de la superficie lingual de los dientes anteriores es muy diferente con respecto a la superficie vestibular. La superficie lingual presenta irregularidades que dificultan la colocación de las brackets y generan inexactitudes que afectan a la fase de acabado. En los últimos años se han desarrollado múltiples técnicas de cementado indirecto con modificaciones en la base de la bracket que permiten compensar las variaciones anatómicas de la superficie lingual (Filion 1998, Hüge 1998, Geron 1999, Kim y cols. 2000 y Wiechmann 2001).

Las superficies linguales de los dientes anteriores tienen una mayor pendiente con relación a las superficies labiales. El punto de aplicación de la fuerza (la ranura de la bracket lingual) se encuentra a cierta distancia de la superficie labial, que en realidad es la que definirá finalmente la alineación final. El punto de aplicación de la fuerza

también está a cierta distancia del centro de la resistencia. Por lo tanto, la flexión del arco en una dirección puede crear movimientos del diente en una dirección no deseada (Geron y cols. 2004). Para evitar movimientos no deseados de los dientes, en ocasiones deben realizarse dobleces de acabado en más de un plano del espacio. Los problemas asociados con una longitud de arco lingual corto y una pequeña distancia interbracket hace que sea difícil lograr dobleces de acabado tridimensionales precisas y eficaces (Geron 2006).

Los movimientos de enderezamiento y rotación son más difíciles de conseguir con la técnica lingual, y la información existente en las brackets linguales tarda más en expresarse en comparación con las brackets vestibulares. No es infrecuente encontrar algunos efectos secundarios durante el movimiento dentario, como por ejemplo el excesivo enderezamiento de los incisivos durante la fase de retracción, la inclinación mesial de los molares, la expansión del arco o la rotación distolingual de los molares. Debemos impedir los efectos secundarios durante el tratamiento ortodóncico reconociendo y previniendo los posibles problemas que pudieran aparecer minimizando la flexión del arco durante las primeras fases del tratamiento y mediante el seguimiento de un procedimiento sistemático durante la fase de acabado (Geron 2006).

El futuro de la ortodoncia lingual depende de tres grandes aspectos (McCrostie 2006):

- Evolución tecnológica: el diseño y la fabricación de la aparatología y la introducción de nuevos protocolos de laboratorio. La tecnología informática se ha desarrollado hasta llegar a permitir la realización de un escaneado preciso en tres dimensiones; el uso de un software para crear un modelo virtual y la confección de unas cubetas de transferencia que permitan un posicionamiento preciso de las brackets. Por otro lado, también ha supuesto un avance tecnológico la creación de robots que permiten fabricar la aparatología con un alto grado de precisión gracias a los modelos virtuales.
- Aspectos demográficos: en la sociedad actual existe una mayor preocupación por la estética facial y, teniendo en cuenta que la edad media de la población aumenta cada año, existe un aumento del número de pacientes adultos que se muestran interesados en un tratamiento de ortodoncia. El incremento de los

tratamientos ortodóncicos en pacientes adultos, junto con las mayores exigencias estéticas actuales, determina que los tratamientos de ortodoncia lingual se estén desarrollando cada día más.

- Actitud: es importante que los ortodoncistas se abran a las nuevas tecnologías y visualicen la ortodoncia lingual como un tratamiento eficiente con el que se pueden conseguir buenos resultados. Por un lado, es necesaria la correcta formación por parte de los ortodoncistas para familiarizarse con los nuevos aspectos tecnológicos que precisa la ortodoncia lingual. Por otro lado, hay que trasladar a los pacientes las ventajas que supone el uso de esta técnica.

Uno de los factores que más influye en una correcta finalización del tratamiento con la ortodoncia lingual es la prevención de los problemas antes de que se produzca su aparición. Para ello, será de vital importancia un diagnóstico adecuado y una planificación cuidada del tratamiento, además de la selección del tratamiento más indicado a las necesidades del paciente. Para garantizar el éxito de un tratamiento con ortodoncia lingual es importante que este sea cooperativo, con una correcta higiene bucal y ausencia de enfermedad periodontal ya que así se logrará prevenir gran parte de los problemas que pudieran aparecer durante el tratamiento (Smith y cols. 1986). Los procedimientos de laboratorio y el correcto posicionamiento de las brackets son otros de los factores relevantes. Los errores en el posicionamiento de las brackets se expresan y evidencian más en la fase de acabado por lo que la resolución de estos problemas en las fases finales del tratamiento resulta más difícil.

En la primera fase de terminación del caso es importante solucionar cualquier problema que no se haya solucionado previamente durante el tratamiento como problemas de rotaciones dentarias, de expansión o de torque en los dientes anteriores. Para ello, se utiliza un arco de níquel-titanio de 0,017" x 0,017" durante un periodo aproximado de 3 meses. Es importante haber conseguido solucionar todos los problemas de alineación y nivelación para evitar el reposicionamiento de brackets en esta fase (Geron 2006). En una segunda fase de la terminación del caso se debe establecer la oclusión mediante la correcta interdigitación entre las arcadas dentarias. Para ello, se recurrirá a un arco redondo seccional en la arcada superior de 0,014" de canino a canino o de incisivo lateral a incisivo lateral; y a un arco de estabilización

inferior de 0,0175" x 0,0175" de TMA o de acero inoxidable. Junto a estos arcos se utilizan elásticos intermaxilares que en función del tipo de maloclusión se colocarán de una forma u otra. Para los casos de clases I y clases II se aconseja el uso de elásticos verticales de asentamiento colocados por vestibular mediante el uso de botones. Por otra parte, en los casos de mordida abierta se emplearán elásticos verticales en el sector anterior colocados desde las brackets linguales superiores a las inferiores. Además de facilitar el engranaje oclusal, los elásticos permiten controlar la interposición lingual. Para las clases III, se utilizan elásticos verticales anteriores colocados desde las brackets linguales superiores a los botones inferiores colocados en vestibular. En los casos en los que exista un desplazamiento de la línea media, se podrá recurrir a elásticos cruzados en el sector anterior. En el sector posterior, se utilizan elásticos (de clases II o clases III) que van por lingual o desde las brackets linguales a los botones colocados en vestibular. Estos elásticos deben utilizarse por un periodo de 4 a 6 semanas, y si transcurrido este tiempo no se ha producido un correcto asentamiento, es aconsejable volver a la fase anterior y utilizar arcos más pesados. En la última fase de terminación del caso, se deben realizar las dobleces de primer, segundo y tercer orden en los arcos de finalización. Este arco será de 0,0175" x 0,0175" de TMA en la arcada superior, y un arco redondo de 0,016" de TMA en la arcada inferior. La doblez *inset* que se realiza en los arcos de finalización está determinada por la distancia interbracket y ha de combinarse con una doblez de intrusión para evitar la extrusión del diente. La doblez *offset* debe combinarse con una doblez de extrusión para evitar la intrusión del diente (Figura 26) (Poling 1999, Geron 2006):

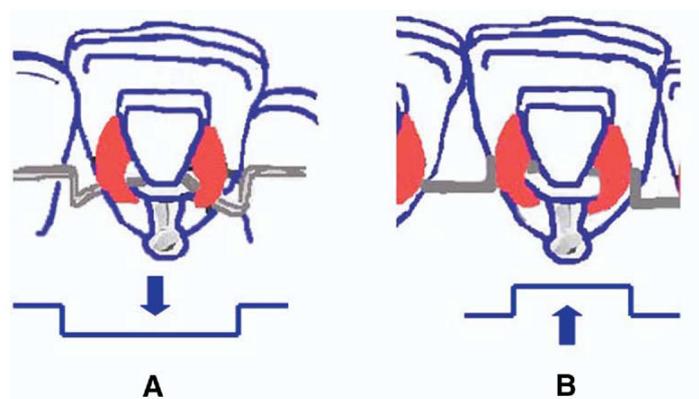


Figura 26. A) Inset; B) Offset (Geron 2006).

Si los incisivos presentan una falta de paralelismo radicular, se realizan dobleces “en tienda de campaña” si presentan las raíces convergentes entre sí, o dobleces en “V” si presentan las raíces divergentes.

3. HIPÓTESIS

Las hipótesis nulas planteadas en este trabajo de investigación son:

- No existen diferencias en la calidad de la terminación de tratamientos ortodóncicos realizados con la técnica lingual y la técnica vestibular.
- No hay diferencias en complejidad de la maloclusión de los casos tratados con la técnica lingual y la técnica vestibular.

4.OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

- 1- Comparar la calidad de la terminación de tratamientos ortodóncicos realizados con la técnica lingual y la técnica vestibular.

- 2- Valorar las diferencias de complejidad de la maloclusión de los casos tratados con la técnica lingual y la técnica vestibular.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se ha realizado un estudio de cohortes retrospectivo, analítico y a doble ciego.

Tamaño y selección de la muestra

La población objeto de nuestro estudio está constituida por una muestra representativa de pacientes con el tratamiento de ortodoncia finalizado en tres clínicas dentales, dos de ellas situadas en Valencia y otra en Villarreal. Todos los pacientes fueron tratados por ortodontistas especializados con una experiencia superior a 15 años.

Los criterios de inclusión de los pacientes fueron los siguientes:

- Ausencia de historia previa de tratamiento de ortodoncia.
- Disponer de los modelos iniciales y finales del tratamiento.
- Disponer de los registros radiográficos, radiografía panorámica y telerradiografía lateral de cráneo, de antes y después del tratamiento.
- Ausencia de defectos o alteraciones en los modelos que puedan dificultar las mediciones.

En la figura 27 se observa el diagrama de flujo de los pacientes desde que son seleccionados hasta su inclusión definitiva en el estudio, además de las razones de la exclusión de los pacientes.

Finalmente y tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, la muestra se completó con un total de 30 casos de ortodoncia lingual y 42 casos de ortodoncia vestibular. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes, al igual que la autorización del Comité Ético de Investigación en Humanos (N.º: H1475013776580) (ver Apéndices).

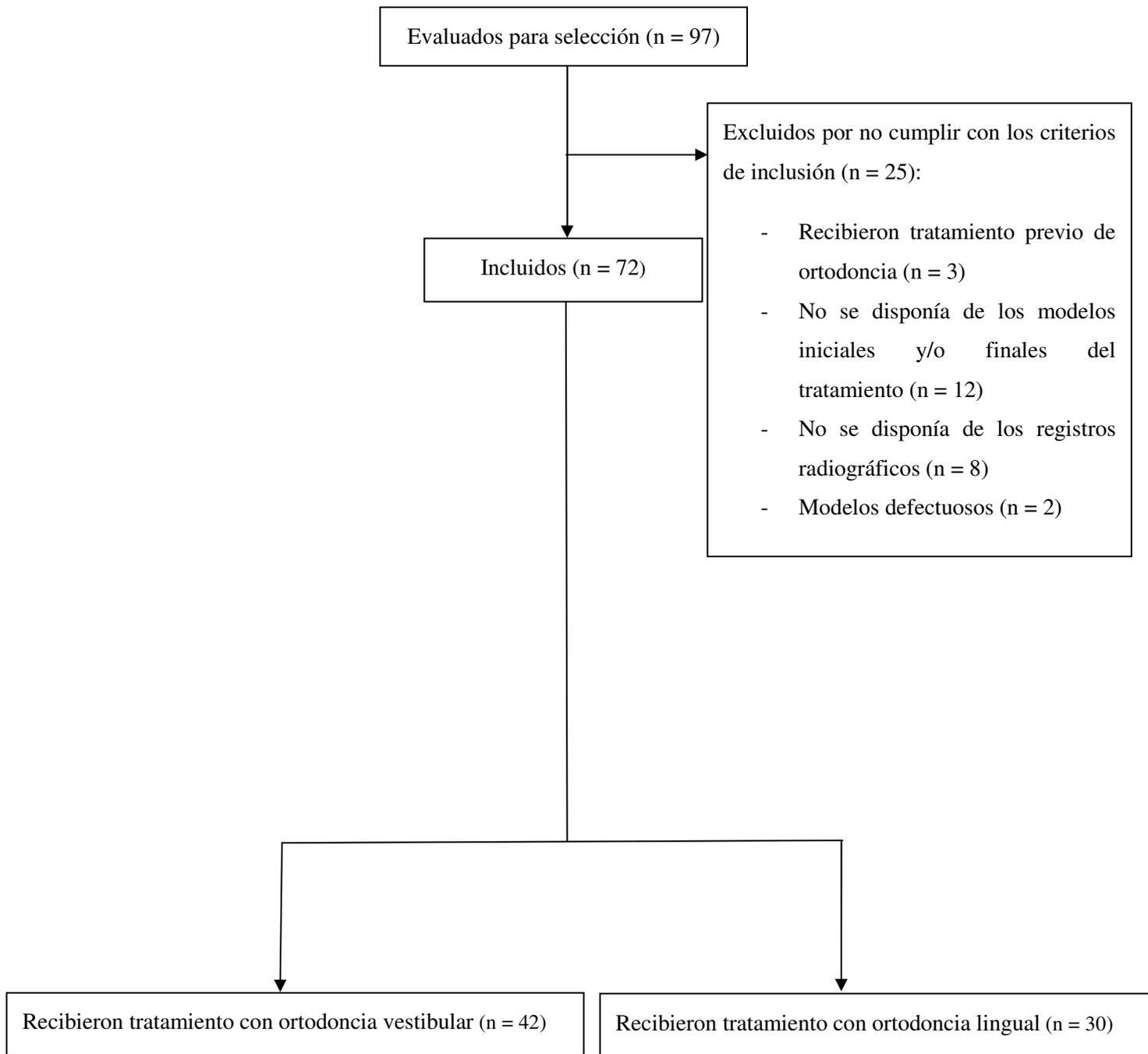


Figura 27. Diagrama de flujo de los pacientes desde que son seleccionados hasta su inclusión en el estudio.

Cegamiento

En nuestro estudio se ha llevado a cabo un cegamiento doble por el cual tanto el investigador, durante la toma de datos en los casos incluidos en el estudio, como el estadístico, durante el análisis de los datos, desconocían el tipo de tratamiento aplicado. Para llevar a cabo el proceso de cegamiento del investigador, una persona ajena a la investigación ha dispuesto los modelos anteriores y posteriores al tratamiento en una caja blanca con las correspondientes ortopantomografías y la radiografías laterales de cráneo para poder realizar las mediciones de manera que se obviara cualquier dato o detalle que pudiera orientar al investigador sobre el tipo de tratamiento recibido por el paciente.

Para el cegamiento del análisis estadístico los datos han sido trasladados al programa Microsoft Excel otorgando a cada paciente un número que se correspondía con el tipo de tratamiento recibido (1 para los casos de ortodoncia vestibular, y 2 para los casos de ortodoncia lingual). Durante el análisis estadístico se ha mantenido oculto qué número correspondía a cada tipo de tratamiento.

Índice PAR

Medición del índice PAR

Para realizar la medición del índice PAR se analizan cinco componentes (Richmond y cols. 1992):

1- Segmentos anterosuperiores y anteroinferiores

Los segmentos anteriores van desde el punto de contacto anatómico mesial de un canino hasta el punto de contacto anatómico mesial del canino contralateral. Se mide el espacio existente entre ambos puntos de contacto y se calcula la discrepancia. Las discrepancias existentes en los sectores posteriores (premolares y molares) no se tienen en cuenta. Los caninos impactados se contabilizan en el segmento anterior con la máxima puntuación (diente impactado). En función de los milímetros de discrepancia existente, se contabiliza desde 0 puntos (discrepancias inferiores a 1 mm) hasta 5 puntos (diente impactado) (Tabla 3). Se realiza la suma de todos los puntos del sector anterosuperior y la suma de todos los puntos del sector anteroinferior.

Tabla 3. Puntuación correspondiente a los segmentos anteriores del índice PAR.

Puntuación	Discrepancia
0	de 0 a 1 mm
1	de 1,1 a 2 mm
2	de 2,1 a 4 mm
3	de 4,1 a 8 mm
4	más de 8 mm
5	diente impactado

En caso de dentición mixta con tendencia al apiñamiento y dientes no erupcionados se usa la tabla 4 como orientación sobre el tamaño mesiodistal:

Tabla 4. Tabla orientativa del tamaño dentario en dentición mixta.

Superior		
Canino	8 mm	Total = 22 mm (impactación <= 18 mm)
Primer premolar	7 mm	
Segundo premolar	7 mm	
Inferior		
Canino	7 mm	Total = 21 mm (impactación <= 17 mm)
Primer premolar	7 mm	
Segundo premolar	7 mm	

2- Oclusión bucal

La oclusión bucal se puntúa tanto en el lado derecho como en el lado izquierdo. Las mediciones se realizan desde el canino hasta el segundo molar y se realiza en los tres planos del espacio: plano antero-posterior, plano vertical y plano transversal. Las puntuaciones se suman a cada lado de la oclusión de acuerdo con la tabla 5.

Tabla 5. Puntuación correspondiente a la oclusión bucal en el índice PAR.

Puntuación	Discrepancia
<i>Anteroposterior</i>	
0	Buena intercuspidación de la clase I, clase II o clase III
1	Menos de media unidad de discrepancia
2	Media unidad de discrepancia (cúspide a cúspide)
<i>Vertical</i>	
0	No existe discrepancia en intercuspidación
1	Mordida abierta lateral en al menos dos dientes de más de 2 mm
<i>Transversal</i>	
0	No existe mordida cruzada
1	Tendencia a mordida cruzada
2	Solo un diente en mordida cruzada
3	Más de un diente en mordida cruzada
4	Más de un diente en mordida en tijera

Resalte

La zona de puntuación va del incisivo lateral de un lado hasta el incisivo lateral contralateral. Se anota el resalte del incisivo más prominente. En los casos en los que exista mordida cruzada de los incisivos laterales, se anotan tres puntos para la mordida cruzada y un punto para el resalte. Para realizar las mediciones la regla ha de colocarse paralela al plano oclusal, y se anotará el resalte o la mordida cruzada de acuerdo con la tabla 6.

Tabla 6. Puntuación correspondiente al resalte en el índice PAR.

Puntuación	Discrepancia
<i><u>Resalte</u></i>	
0	de 0 a 3 mm
1	de 3,1 a 5 mm
2	de 5,1 a 7 mm
3	de 7,1 a 9 mm
4	más de 9 mm
<i><u>Mordida cruzada anterior</u></i>	
0	no hay discrepancia
1	uno o más dientes en mordida borde a borde
2	un diente en mordida cruzada
3	dos dientes en mordida cruzada
4	más de dos dientes en mordida cruzada

3- Sobremordida y mordida abierta anterior

La sobremordida y la mordida abierta anterior se puntúan de acuerdo con los valores presentes en la tabla 7.

Tabla 7. Puntuación correspondiente a la sobremordida y mordida abierta anterior del índice PAR.

Puntuación	Discrepancia
<i>Mordida abierta anterior</i>	
0	no hay mordida abierta
1	mordida abierta igual o menor de 1 mm
2	mordida abierta de 1,1 a 2 mm
3	mordida abierta de 2,1 a 4 mm
4	mordida abierta de más de 4 mm
<i>Sobremordida</i>	
0	incisivos superiores cubren 1/3 de los incisivos inferiores
1	incisivos superiores cubren entre 1/3 y 2/3 de incisivos inferiores
2	incisivos superiores cubren más de 2/3 de incisivos inferiores
3	incisivos superiores cubren o sobrepasan todos los incisivos inferiores

4- Línea media

La línea media se anota en función de la desviación existente entre la línea media superior e inferior. Las puntuaciones se anotan de acuerdo a la tabla 8.

Tabla 8. Puntuación correspondiente a la línea media del índice PAR.

Puntuación	Discrepancia
0	La línea media superior coincide con la inferior o se desvía un cuarto del tamaño del incisivo central inferior
1	La línea media se desvía entre un cuarto y la mitad del central inferior
2	La línea media se desvía más de la mitad del incisivo central inferior

Todas las puntuaciones se anotan en el formulario del índice PAR (Figura 28).

PAR SCORING SHEET

Name

CASE NUMBER	Pre-Treatment								Date			
PAR COMPONENTS	RIGHT				LEFT				UN-WEIGHTED TOTAL	WEIGHTED TOTAL		
	Upper anterior segments	3-2		2-1		1-1		1-2				2-3
Lower anterior segments	3-2		2-1		1-1		1-2		2-3		X1	
Buccal occlusion	Antero-posterior				Right		Left				X1	
	Transverse				Right		Left				X1	
	Vertical				Right		Left				X1	
Overjet	Positive				Negative						X6	
Overbite	Overbite				Openbite						X2	
Centre line											X4	
								TOTAL				

CASE NUMBER	Post-Treatment								Date			
PAR COMPONENTS	RIGHT				LEFT				UN-WEIGHTED TOTAL	WEIGHTED TOTAL		
	Upper anterior segments	3-2		2-1		1-1		1-2				2-3
Lower anterior segments	3-2		2-1		1-1		1-2		2-3		X1	
Buccal occlusion	Antero-posterior				Right		Left				X1	
	Transverse				Right		Left				X1	
	Vertical				Right		Left				X1	
Overjet	Positive				Negative						X6	
Overbite	Overbite				Openbite						X2	
Centre line											X4	
								TOTAL				

ASSESSMENT OF OUTCOME

PAR SCORE	IMPROVEMENT
Change in PAR score	Greatly improved
% change in PAR score	Improved
	Worse or no different

Figura 28. Formulario del índice PAR.

Evaluación del índice PAR

Para evaluar el índice PAR, se calcula la diferencia existente entre los valores obtenidos tras la medición del modelo previo y posterior al tratamiento. Según los criterios de la *British Orthodontic Society* (BOS) se interpretan de la siguiente manera (BOS 2015, Richmond y cols. 1992):

Tabla 9. Evaluación del índice PAR.

Nivel de mejoría	Diferencia pre y postratamiento
Existe una gran mejoría Existe mejoría No hay mejoría o existe empeoramiento	Diferencia de más del 70 % Diferencia entre el 30 y el 70 % Diferencia menor al 30 %

Calibración del índice PAR

El índice PAR se mide tanto en los modelos anteriores como en los posteriores al tratamiento. La comparación entre ambas mediciones nos permite cuantificar el grado de mejoría en la maloclusión. La calibración por parte del investigador consiste en:

- Acceso y registro en la página web: <https://www.3o3d.co.uk/>
- Descarga y visualización (tres veces) de los vídeos de entrenamiento para la medición del índice PAR.
- Adquisición de la regla oficial (Figura 29) empleada en la medición (Victoria University of Manchester) y distribuida por ORTO-CARE (UK) Limited.
- Adquisición del kit de calibración del índice PAR online recomendado por la *British Orthodontic Society* que consiste en dos software que son 3D PAR Refresher y 3D PAR Full Assessment. El programa 3D PAR Refresher (Figura 30) nos permite visualizar tridimensionalmente los casos clínicos tanto antes como después del tratamiento. Gracias a este modo es posible entrenar la

medición de los diferentes puntos métricos y comprobar los resultados obtenidos tras la medición mediante una opción del programa. El software 3D PAR Full Assessment ofrece tres casos clínicos en los que debemos realizar las mediciones sin posibilidad de comprobar los resultados obtenidos.

- La medición de estos tres casos clínicos supone el examen que deberemos enviar por correo electrónico siguiendo las instrucciones de la *British Orthodontic Society*.
- Una vez aprobado el examen, se recibe el certificado (Figura 31) otorgado por el British Orthodontic Society.



Figura 29. Regla oficial de medición del índice PAR.

303D Orthodontics in 3D

User Details and Patient Models

Your Name:

Select Entry:

Progress

This model progress: 100%

Overall Progress: 100%

PAR Information

Welcome to the 3D PAR Refresher software. When you click on the buttons to the right this box will contain the relevant score values.

View Angle

Rotation

PAR Scoring

Anterior Segments Buccal Occlusion Overjet, overbite and Centre Line

	Right				Left		Total	Weighted
	3-2	2-1	1-1	1-2	2-3			
Upper Anterior	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	11	11	
Lower Anterior	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	4	4	

Measurement Tool
Marker Size:

Measurement: Not Set

Patient Model

Same Colour



Figura 30. Software 3D PAR Refresher.



Figura 31. Certificado de calibración emitido por la *British Orthodontic Society*.

Índices de la ABO (American Board of Orthodontics)

Medición del índice de discrepancia (DI por sus siglas en inglés)

Se realizan las mediciones de los 9 componentes del índice de discrepancia siguiendo las recomendaciones de la ABO (Cangialosi y cols. 2004, ABO 2015):

1- Resalte

Es la distancia entre el borde incisal de los incisivos superiores (por la cara lingual) hasta el borde incisal de los incisivos inferiores (por la cara vestibular). Se anota la distancia entre los incisivos más adelantados con una puntuación de acuerdo a la tabla 10.

Tabla 10. Puntuación correspondiente al resalte del índice de discrepancia.

Puntuación	Resalte
1	Mordida borde a borde
0	De 1 a 3 mm
2	De 3,1 a 5 mm
3	De 5,1 a 7 mm
4	De 7,1 a 9 mm
5	Más de 9 mm
1	Resalte negativo: 1 mm por cada mm y diente

2- Sobremordida

Es el solapamiento vertical de los dientes inferiores por los dientes superiores. Su puntuación se realiza acorde a la tabla 11.

Tabla 11. Puntuación correspondiente a la sobremordida del índice de discrepancia.

Puntuación	Sobremordida
0	De 0 a 3 mm
2	De 3,1 a 5 mm
3	De 5,1 a 7 mm
5	Contacto de incisivos inferiores con el paladar (100 % sobremordida)

3- Mordida abierta anterior

La medición de la mordida abierta anterior se realiza desde el canino de un lado al canino contralateral. Los caninos superiores bloqueados no puntúan. En caso de mordida borde a borde se puntúa con un punto. En caso de mordida abierta anterior, se incrementan dos puntos por cada mm y por cada diente.

4- Mordida abierta lateral

La medición de la mordida abierta lateral se realiza desde el primer premolar hasta el tercer molar en el maxilar. Se puntúa con dos puntos por cada mm y por cada diente.

5- Apiñamiento

La medición se realiza únicamente en la arcada dentaria que presente mayor apiñamiento. La puntuación se realiza de acuerdo con la tabla 12.

Tabla 12. Puntuación correspondiente al apiñamiento del índice de discrepancia.

Puntuación	Apiñamiento
1	De 1 a 3 mm
2	De 3,1 a 5 mm
4	De 5,1 a 7 mm
7	Más de 7 mm

6- Oclusión

La oclusión se evalúa según la clasificación de las maloclusiones de Angle. La puntuación se realiza de acuerdo con la tabla 13.

Tabla 13. Puntuación correspondiente a la oclusión del índice de discrepancia.

Puntuación	Oclusión
0	Clase I
2	Clase II o III incompleta (cúspide a cúspide)*
4	Clase II o III completa*

*Se otorgan 2 o 4 puntos por lado. Si la relación sobrepasa la clase II o clase III se añade un punto más por cada mm y por cada lado.

7- Mordida cruzada posterior

La mordida cruzada posterior se evalúa desde el primer premolar hasta el tercer molar. Se divide en:

- *Mordida cruzada posterior lingual*: se otorga un punto por cada diente que se encuentra en mordida cruzada posterior lingual
- *Mordida cruzada posterior bucal*: se otorgan dos puntos por cada diente que se encuentra en mordida cruzada posterior bucal.

8- Datos cefalométricos

Los datos cefalométricos se evalúan de acuerdo con la tabla 14.

Tabla 14. Puntuación correspondiente a los datos cefalométricos del índice de discrepancia.

Puntuación de los datos cefalométricos	
<i>Ángulo ANB</i>	
0	Ángulo entre 6° y -2°
4	Ángulo > 6° o < -2°
1	Por cada grado adicional
<i>Ángulo SN-MP</i>	
0	Ángulo entre 26° y 38°
1	Por cada grado adicional inferior a 26°
2	Por cada grado adicional superior a 38°
<i>Ángulo IMPA</i>	
0	Ángulo inferior a 98°
1	Por cada grado adicional superior a 98°

ANB: Diferencia entre los ángulos SNA y SNB

SN-MP: Ángulo entre plano mandibular y plano Sella-Nasion

IMPA: Ángulo formado por el eje mayor de los incisivos inferiores y el plano mandibular

9- Otros

Se otorga un punto en las siguientes situaciones:

- Por cada diente supernumerario
- Por cada diente ausente (excepto 3.º molares)

Se otorgan dos puntos en las siguientes situaciones:

- Por cada diente permanente anquilosado
- Por cada diente con morfología anómala
- Por cada diente impactado (excepto 3.º molares)
- Por discrepancias de línea media > 3 mm
- Por cada diente ausente por agenesia
- Por espaciamientos > 4 mm o más por cada arcada
- Por diastemas de línea media > 2 mm
- Por cada diente con trasposición

Se otorgan tres puntos en las siguientes situaciones:

- Asimetrías esqueléticas que no requieran tratamiento quirúrgico

Todas las mediciones se anotaron en el formulario del índice de discrepancia (Figura 32).

EXAM YEAR _____	ABO DISCREPANCY INDEX	
ABO ID # _____	CASE# _____	PATIENT _____

TOTAL D.I. SCORE	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	For mm measures, round up to the next full mm. Examiners will verify measurements in each category.
OVERJET		LINGUAL POSTERIOR X-BITE
≥ 0 to < 1 mm (edge-to-edge) = 1 pt		> 0 mm, 1 pt per tooth
≥ 1 to ≤ 3 mm = 0 pts		Total <input style="width: 40px;" type="text"/>
> 3 to ≤ 5 mm = 2 pts		BUCCAL POSTERIOR X-BITE
> 5 to ≤ 7 mm = 3 pts		> 0 mm, 2 pts per tooth
> 7 to ≤ 9 mm = 4 pts		Total <input style="width: 40px;" type="text"/>
> 9 mm = 5 pts		CEPHALOMETRICS (See Instructions)
Negative Overjet (x-bite):		ANB ≥ 6° or ≤ -2° @4pts = ___
1 pt per mm per tooth = ___pts		Each full degree > 6° ___x 1 pt = ___
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		Each full degree < -2° ___x 1 pt = ___
OVERBITE		SN-MP
> 1 to ≤ 3 mm = 0 pts		≥ 38° @2pts = ___
> 3 to ≤ 5 mm = 2 pts		Each full degree > 38° ___x 2 pts = ___
> 5 to ≤ 7 mm = 3 pts		≤ 26° @1pt = ___
Impinging (100%) = 5 pts		Each full degree < 26° ___x 1 pt = ___
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		I to MP ≥ 99° @1pt = ___
ANTERIOR OPEN BITE		Each full degree > 99° ___x 1 pt = ___
0 mm (edge-to-edge), 1 pt per tooth = ___pts		Total <input style="width: 40px;" type="text"/>
then 1 pt per mm per tooth = ___pts		OTHER (See Instructions)
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		Supernumerary teeth ___x 1 pt = ___
LATERAL OPEN BITE		Ankylosis of permanent teeth ___x 2 pts = ___
≥ 0.5 mm, 2 pts per mm per tooth		Anomalous morphology ___x 2 pts = ___
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		Impaction (except 3rd molars) ___x 2 pts = ___
CROWDING (only one arch)		Midline discrepancy (≥3 mm) @ 2 pts = ___
≥ 0 to ≤ 1 mm = 0 pts		Missing teeth (except 3rd molars) ___x 1 pt = ___
> 1 to ≤ 3 mm = 1 pts		Missing teeth, congenital ___x 2 pts = ___
> 3 to ≤ 5 mm = 2 pts		Spacing (4 or more, per arch) ___x 2 pts = ___
> 5 to ≤ 7 mm = 4 pts		Spacing (mx cent diastema ≥ 2 mm) @ 2 pts = ___
> 7 mm = 7 pts		Tooth transposition ___x 2 pts = ___
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		Skeletal asymmetry(nonsurgical tx) @ 3 pts = ___
OCCLUSAL RELATIONSHIP		Addl. treatment complexities ___x 2 pts = ___
Class I to End On = 0 pts		Identify:
End-to-End Class II or III = 2 pts per side ___pts		
Full Class II or III = 4 pts per side ___pts		Total Other <input style="width: 40px;" type="text"/>
Beyond Class II or III = 1 pt per mm additional ___pts		
Total <input style="width: 40px;" type="text"/>		

30130315

Figura 32. Formulario del índice de discrepancia.

Evaluación del índice de discrepancia

El índice de discrepancia nos permite determinar la complejidad del caso. Su evaluación se realiza siguiendo las instrucciones de la ABO (Cangialosi y cols. 2004, ABO 2015) de acuerdo con la tabla 15:

Tabla 15. Evaluación del índice de discrepancia.

Dificultad	Puntuación
Baja	Menos de 7 puntos
Moderada-baja	Entre 8 y 15 puntos
Moderada-alta	Entre 16 y 25 puntos
Alta	Más de 26 puntos

Medición del índice C-R Eval

El índice de evaluación objetiva de modelos y radiografías panorámicas (C-R Eval) nos permite evaluar el resultado final del tratamiento ortodóncico. Las mediciones de sus 8 componentes se realizan siguiendo las instrucciones de la ABO (Casko y cols. 1998, ABO 2015).

1- Alineamiento o rotaciones

Para evaluar el alineamiento o rotaciones se tiene en cuenta la coordinación de los bordes incisales con las caras palatinas (zona anterosuperior) o con las caras vestibulares (en la zona anteroinferior). A nivel posterior, se observa que los surcos mesiodistales estén en el mismo plano (en la arcada superior) y que las cúspides vestibulares de molares y premolares estén alineadas (en arcada inferior). Se otorga 1 punto por cada diente cuando la discrepancia es de 0,5 – 1 mm y se otorgan 2 puntos por cada diente cuando la discrepancia es mayor a 1 mm.

2- Bordes marginales

Los rebordes marginales deben estar en el mismo plano considerándose aceptable una desviación de 0,5 mm. Para la medición no se incluye la zona de contacto del

canino con el premolar ni el reborde marginal distal de los premolares inferiores. Se otorga 1 punto por cada diente cuando la discrepancia es de 0,5 – 1 mm y se otorgan 2 puntos por cada diente cuando la discrepancia es mayor a 1 mm.

3- Inclinación bucolingual

La inclinación bucolingual se mide en los premolares y molares exceptuando en la arcada inferior, en la que no se tiene en cuenta el primer premolar. En la medición, tampoco se contabiliza la cúspide distal del segundo molar. Se otorga 1 punto cuando la discrepancia es de 1,1 a 2 mm y se otorgan 2 puntos cuando la discrepancia es mayor a 2 mm. Cuando la discrepancia es inferior a 1 mm no se puntúa.

4- Resalte

En la zona anterior el resalte se evalúa midiendo la distancia entre la cara palatina de los caninos e incisivos superiores respecto a la cara vestibular de los caninos e incisivos inferiores. En la zona posterior se mide la distancia entre las cúspides de los premolares y molares mandibulares respecto a su fosa antagonista. Se otorga 1 punto por cada diente cuando la discrepancia es de 0 a 1 mm y se otorgan 2 puntos por cada diente cuando la discrepancia es mayor a 1 mm. Cuando la discrepancia es de 0 mm no se puntúa.

5- Contactos oclusales

Para realizar la medición de los contactos oclusales se considera que las cúspides funcionales de los premolares y molares estén en contacto con las superficies oclusales antagonistas correspondientes. No se puntúan las cúspides distolinguales de los molares superiores ni la cúspide lingual del primer premolar inferior.

6- Relaciones oclusales

Las relaciones oclusales pretenden evaluar la discrepancia que pueda darse entre la oclusión final del modelo estudiado y la clase I, II o III definida por Angle. Se otorga 1 punto cuando la discrepancia es de 1,1 a 2 mm y se otorgan 2 puntos cuando la

discrepancia es mayor a 2 mm. Cuando la discrepancia es inferior a 1 mm la puntuación es de 0.

7- Contactos interproximales

Para medir los contactos interproximales, las caras mesial y distal de los dientes adyacentes deben estar en contacto. Se otorga 1 punto por cada diente cuando la discrepancia es de 0,5 a 1 mm y se otorgan 2 puntos por cada diente cuando la discrepancia es mayor a 1 mm.

8- Angulación radicular

La medición de la angulación radicular se realiza mediante la inspección visual de la ortopantomografía. Las raíces han de ser paralelas entre sí y perpendiculares al plano oclusal. Las inclinaciones de los caninos no se puntúan. Se otorga 1 punto cuando no existe paralelismo radicular y 2 puntos cuando existe contacto entre las raíces de dos dientes adyacentes.

Todas las mediciones se anotaron en el formulario del índice C-R Eval (Figura 33).

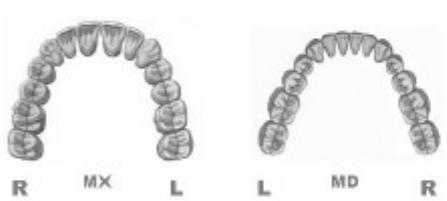
4-12-2010 for print use only.
For electronic submission requirement -
use ABO Case Report Work File (pdf).

ABO Cast-Radiograph Evaluation

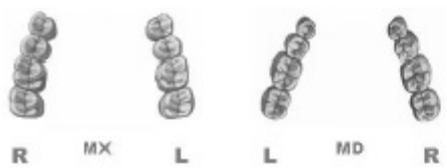
Case # Patient

Total C-R Eval Score:

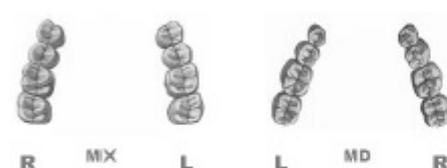
Alignment/Rotations



Marginal Ridges



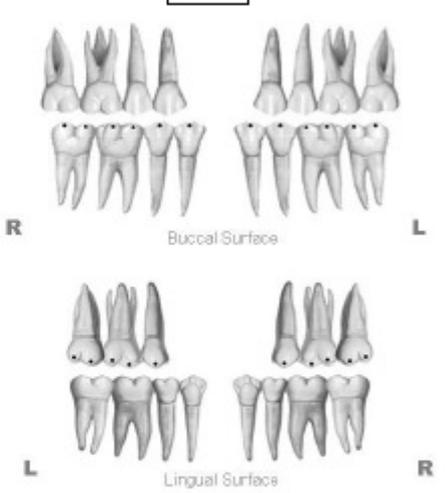
Buccolingual Inclination



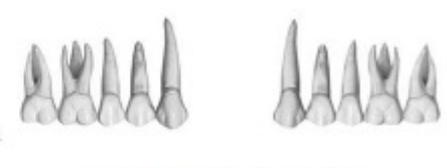
Overjet



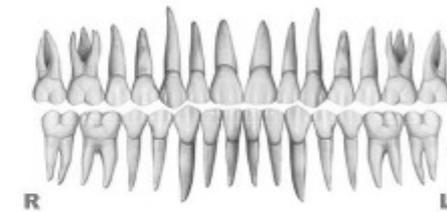
Occlusal Contacts



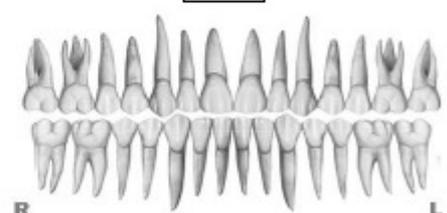
Occlusal Relationships



Interproximal Contacts



Root Angulation



INSTRUCTIONS: Place score beside each deficient tooth and enter total score for each parameter in the white box. Mark extracted teeth with "X". Second molars should be in occlusion.

Figura 33. Formulario del índice C-R Eval.

Evaluación del índice C-R Eval

La evaluación del índice C-R Eval se realiza siguiendo las instrucciones de la ABO (Casko y cols. 1998, ABO 2015). Según la puntuación obtenida los casos pueden ser admitidos por la ABO. Aquellos casos con menos de 20 puntos son admitidos, los casos con más de 30 puntos no son admitidos y aquellos comprendidos entre 21 y 30 puntos se admiten dependiendo de los objetivos del tratamiento y del perfil facial.

Calibración de los índices de la ABO (American Board of Orthodontics)

Los índices de la ABO se dividen en dos: el índice de evaluación objetiva de modelos y radiografías panorámicas (CR-Eval) y el índice de discrepancia denominado *Discrepancy Index* (DI por sus siglas en inglés) (Casko y cols. 1998; Cangialosi y cols. 2004). Mediante este método de graduación objetiva, se evalúa el resultado final del tratamiento. La secuencia de calibración es la siguiente:

- Se observan tres veces los vídeos de entrenamiento donde se dan las instrucciones de cómo realizar la medición de los índices de la ABO (el índice de discrepancia y el índice C-R Eval).
- Se adquiere el kit de calibración de los índices de la ABO que consiste en: tres modelos (Figura 34), tres radiografías panorámicas correspondientes a los casos, instrucciones para la calibración, tres formularios control del índice CR-Eval y la regla oficial de la ABO para la medición de los índices (Figura 35).
- Se leen todas las instrucciones de calibración para familiarizarse con el uso de la regla de la ABO y se practican algunas mediciones observando los vídeos de la ABO.
- Cuando el investigador se encuentra totalmente familiarizado con el uso de la regla ABO para medir el índice C-R Eval y conoce el criterio para apuntar los datos de las radiografías panorámicas comienza la medición del primer caso que viene en el kit de calibración y se apuntan los resultados en un formulario

borrador. Posteriormente se mide el mismo caso y se comparan las mediciones con el formulario control del caso en concreto.

- Se repite el paso anterior dos veces hasta que los resultados coincidan con el grupo control.
- Posteriormente se repiten los mismos pasos anteriores para el segundo y el tercer caso.

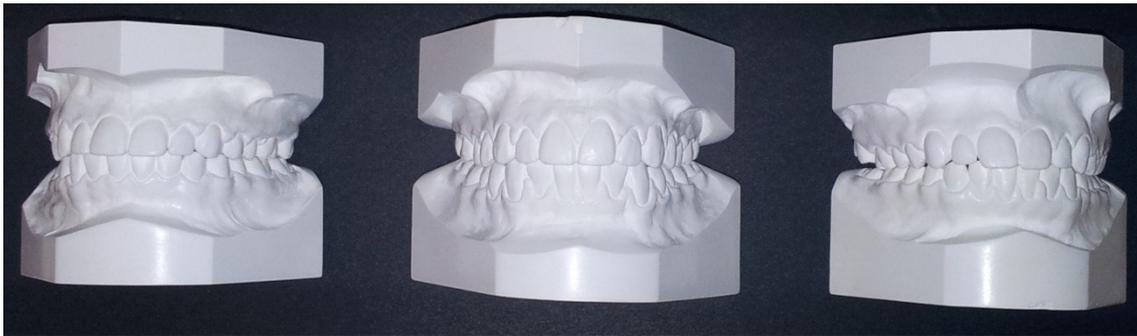


Figura 34. Modelos correspondientes al kit de calibración de la ABO.

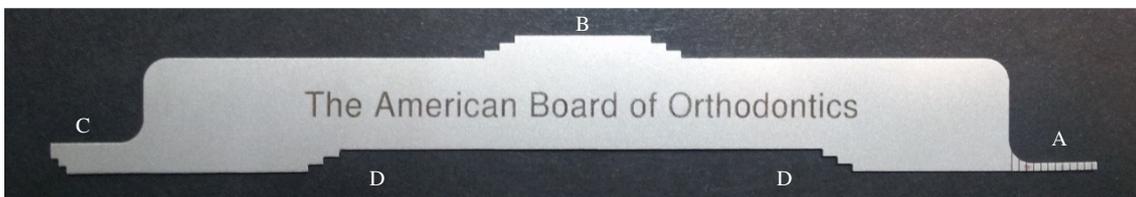


Figura 35. Regla oficial de la ABO.

La regla consta de 4 zonas:

- *Zona A*: Esta sección de la regla va en incrementos de 1 mm y se utiliza para medir discrepancias en la alineación, resalte, contacto oclusal, contactos interproximales y relaciones oclusales. El grosor de la regla es de 0,5 mm.
- *Zona B*: Esta parte de la regla tiene pasos de medición de 1 mm de altura y se utiliza para determinar discrepancias en inclinación vestibulo-lingual posterior inferior.
- *Zona C*: Esta sección de la regla tiene pasos de medición 1 mm de altura y se utiliza para determinar las discrepancias en las crestas marginales.

- *Zona D*: Este tramo de regla tiene pasos de medición 1 mm de altura y se utiliza para determinar las discrepancias en inclinación vestíbulo-palatino posterior superior.

Descripción de las variables

Las variables analizadas en el presente estudio se caracterizan por ser de dos tipos:

- 1- De identificación.
- 2- Biométricas. Son las variables descritas en cada uno de los índices utilizados en el presente estudio.

Las 5 variables de identificación se describen a continuación:

- *Grupo*: Se asignaron dos grupos: pacientes tratados con ortodoncia vestibular y pacientes tratados con ortodoncia lingual que se mantuvieron cegados hasta la obtención de los resultados. Después de la obtención de los resultados, se codificaron: (1) los tratados con ortodoncia vestibular y (2) con ortodoncia lingual.
- *Duración del tratamiento*: Se obtuvieron teniendo en cuenta la diferencia entre la fecha de toma de los registros iniciales y la fecha de los registros finales expresada en años decimales.
- *Edad*: Se ha calculado a partir de la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de toma de los modelos iniciales en años decimales.
- *Dentición*: Se han asignado 3 códigos: (1) Dentición mixta 1.º fase; (2) Dentición mixta 2.º fase; (3) Dentición permanente.
- *Sexo*: Se han asignado 2 códigos: (1) masculino y (2) femenino.

Las variables del índice PAR se describen a continuación con las abreviaturas utilizadas en la base de datos:

<i>Pre.U-A-S</i>	Pretratamiento segmento anterosuperior
<i>Pre.L-A-S</i>	Pretratamiento segmento anteroinferior
<i>Pre.B.O.A-P</i>	Pretratamiento oclusión bucal en el plano antero-posterior
<i>Pre.B.O.T</i>	Pretratamiento oclusión bucal en el plano transversal
<i>Pre.B.O.V</i>	Pretratamiento oclusión bucal en el plano vertical
<i>PRE.B.O.Tot</i>	Pretratamiento oclusión bucal total
<i>Pre.O-J</i>	Pretratamiento resalte
<i>Pre.O-J*6</i>	Pretratamiento resalte ponderado por 6
<i>Pre.O-B</i>	Pretratamiento sobremordida
<i>Pre.O-B*2</i>	Pretratamiento sobremordida ponderada por 2
<i>Pre.Cline</i>	Pretratamiento línea media
<i>Pre.Cline*4</i>	Pretratamiento línea media ponderada por 4
<i>Pre.Total</i>	Pretratamiento valor del índice PAR total
<i>Pre.W.Total</i>	Pretratamiento valor del índice PAR ponderado total
<i>Post.U-A-S</i>	Postratamiento segmento anterosuperior
<i>Post.L-A-S</i>	Postratamiento segmento anteroinferior
<i>Post.B.O.A-P</i>	Postratamiento oclusión bucal en el plano antero-posterior
<i>Post.B.O.T</i>	Postratamiento oclusión bucal en el plano transversal
<i>Post.B.O.V</i>	Postratamiento oclusión bucal en el plano vertical
<i>Post.B.O.Tot</i>	Postratamiento oclusión bucal total
<i>Post.O-J</i>	Postratamiento resalte
<i>Post.O-J*6</i>	Postratamiento resalte ponderado por 6
<i>Post.O-B</i>	Postratamiento sobremordida
<i>Post.O-B*2</i>	Postratamiento sobremordida ponderado por 2
<i>Post.Cline</i>	Postratamiento línea media
<i>Post.Cline*4</i>	Postratamiento línea media ponderado por 4
<i>Post.Total</i>	Postratamiento valor del índice PAR total

<i>Post.W. Total</i>	Postratamiento valor del índice PAR ponderado total
<i><> Par</i>	Cambios en los valores (pre-post) del índice PAR
<i>%<> Par</i>	Porcentaje de cambios en los valores (pre-post) del índice PAR
<i><> Par./I</i>	Cambios en los valores (pre-post) del índice PAR en tanto por uno
<i>IMPROVE</i>	Mejoría
<i>TIPO DE TTO</i>	Tipo de tratamiento recibido

Las variables del índice de discrepancia se describen a continuación con las abreviaturas utilizadas en la base de datos:

<i>O-J-DI</i>	Resalte en el índice de discrepancia
<i>O-B-DI</i>	Sobremordida en el índice de discrepancia
<i>Ant.Op-B</i>	Mordida abierta anterior
<i>Lat.Op-B</i>	Mordida abierta lateral
<i>CROW</i>	Apiñamiento
<i>Occl</i>	Oclusión
<i>L-P-X-BITE</i>	Mordida cruzada posterior lingual
<i>B-P-X-BITE</i>	Mordida cruzada posterior bucal
<i>AN^B</i>	Ángulo ANB
<i>SN^MP</i>	Ángulo sellar-nasión con el plano mandibular
<i>II^MP</i>	Ángulo entre el eje incisivos inferiores y el plano mandibular
<i>Tot-CEPH</i>	Total puntuación cefalométrica
<i>Other</i>	Otros
<i>TOTAL-DI</i>	Total índice de discrepancia
<i>Valorar.DI</i>	Valoración del índice de discrepancia
<i>TIPO DE TTO</i>	Tipo de tratamiento recibido

Las variables del índice CR-Eval se describen a continuación con las abreviaturas utilizadas en la base de datos:

<i>AL.S</i>	Alineamiento superior
<i>AL.I</i>	Alineamiento inferior
<i>AL.Tot</i>	Alineamiento total
<i>M-R.S</i>	Rebordes marginales superiores
<i>M-R.I</i>	Rebordes marginales inferior
<i>M-R.Tot</i>	Total rebordes marginales
<i>BL-I.S</i>	Inclinación bucolingual superior
<i>BL-I.I</i>	Inclinación bucolingual inferior
<i>BL-I.Tot</i>	Inclinación bucolingual total
<i>O-J(C-R)</i>	Resalte
<i>Oc-Cont</i>	Contactos oclusales
<i>Oc-Rel</i>	Relaciones oclusales
<i>Int-P.Cont</i>	Contactos interproximales
<i>R.Ang</i>	Angulación radicular
<i>Total.C-R</i>	Total valor del índice C-R Eval
<i>Valorar.C-R</i>	Valoración del índice C-R Eval
<i>TIPO DE TTO</i>	Tipo de tratamiento recibido

Descripción de la muestra

La muestra está constituida por 72 pacientes que han sido seleccionados de forma aleatoria por una persona ajena a la investigación y han sido asignados en dos grupos según el tipo de tratamiento recibido con la siguiente distribución del tamaño muestral siendo del 41,7 % para los pacientes tratados con ortodoncia lingual y del 58,3 % para los tratados con ortodoncia vestibular. En la tabla 16 se observa la distribución de la muestra según el tratamiento recibido.

Tabla 16. Distribución de la muestra según el tipo de tratamiento.

	N	%
Total	72	100,0 %
Vestibular	42	58,3 %
Lingual	30	41,7 %

En la gráfica 1 se observa la distribución de la muestra por grupos de edad.

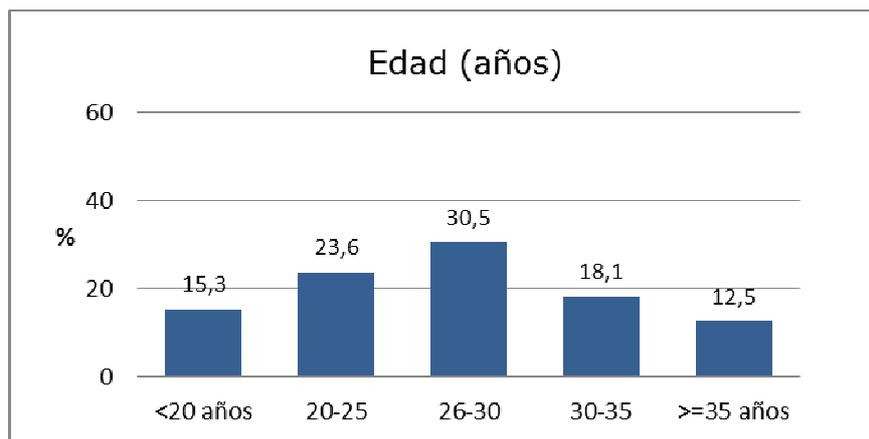


Gráfico 1. Distribución de la muestra por grupos de edad.

En la tabla 17 se observa la distribución de la edad según el grupo de tratamiento.

Tabla 17. Distribución de la edad según el grupo de tratamiento.

	GRUPO		
	Total	Vestibular	Lingual
N	72	42	30
Media	27,4	26,6	28,6
Desviación típica	8,4	9,5	6,7
Mínimo	7,8	7,8	19,3
Máximo	53,8	53,8	45,2
Mediana	27,3	26,8	29,3

La muestra total presenta una media de $27,4 \pm 8,4$ años al inicio del tratamiento y un rango entre los 7 y los 53 años. En la tabla 18 se observa la muestra dividida según la dentición.

Tabla 18. Distribución de la muestra según la dentición.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
Mixta 2.^a fase	1	1,4 %	1	2,4 %	0	0,0 %
Permanente	71	98,6 %	41	97,6 %	30	100,0 %

De los 72 pacientes, la muestra consta de 57 mujeres (79,2 %) y 15 varones (20,8 %).

En la tabla 19 se observa la distribución del sexo según el grupo de tratamiento.

Tabla 19. Distribución del sexo según el grupo de tratamiento.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
Masculino	15	20,8 %	6	14,3 %	9	30,0 %
Femenino	57	79,2 %	36	85,7 %	21	70,0 %

Evaluación del error intra-observador

Para estudiar el error intra-observador se ha realizado una segunda medición de las diferentes variables en 15 casos seleccionados al azar. Esta medición se ha realizado un mes después de la primera medición.

La metodología estadística utilizada para cuantificar el error intra-observador fue la siguiente:

- Diferencia media entre la doble medición y test t de muestras relacionadas para valorar su nulidad. Se proporcionarán intervalos de confianza al 95 % para la diferencia media.
- La fórmula de Dahlberg y el coeficiente de variación. La fórmula de Dahlberg, particularizada a las 15 dobles mediciones de la muestra actual se escribe para la puntuación de cualquiera de los parámetros analizados (X):

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (X_{1i} - X_{2i})^2}{30}}$$

La d de Dahlbergh es un estadístico que integra a la vez el error sistemático y aleatorio de una doble medición. Se expresa en las unidades originales de la medida en cuestión, en este caso puntos en las diferentes escalas.

El coeficiente de variación relativiza el valor de d al nivel medio de la variable y se expresa en porcentaje.

El cálculo del coeficiente de variación se realiza mediante la expresión:

$$CV = \frac{d}{\bar{x}} 100$$

donde el denominador es la media de las 30 medidas individuales del parámetro X.

El coeficiente de variación se valora en función de la siguiente tabla:

Tabla 20. Valoración del coeficiente de variación.

Rango CV	Reproducibilidad
< 1 %	Muy alta
1,1% – 5 %	Alta
5,1 % – 10 %	Moderada
> 10,1 %	Mediocre

- El coeficiente de correlación intra-clase (CCI) es otra medida paramétrica. Se basa en la descomposición de la variabilidad de una tabla ANOVA de la concordancia entre dos series de mediciones y es utilizado como un indicador más sensible al error aleatorio.

El coeficiente de correlación intra-clase se determina de la siguiente forma:

Tabla 21. Valoración del coeficiente de correlación intra-clase.

Rango CCI	Reproducibilidad
> 0,91	Muy buena
0,71 – 0,90	Buena
0,51 – 0,70	Moderada
0,31 – 0,50	Mediocre
< 0,30	Mala / muy mala

- El índice Kappa de concordancia se utiliza para valorar el grado de acuerdo entre una doble clasificación de tipo categórico.

El índice de Kappa se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 22. Valoración del índice de Kappa.

Rango IK	Concordancia
< 0,20	Pobre
0,21 – 0,40	Débil
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Buena
0,81 – 1,00	Muy buena

En la tabla 23 se muestran los estadísticos básicos para la diferencia entre la primera y la segunda medición realizada por el examinador, así como los relativos al error intra-observador:

Tabla 23. Diferencia de medidas intra-examinador (1.^a - 2.^a) para los parámetros globales: Media \pm desviación estándar, intervalo de confianza al 95 %, test t-student (p-valor), d de Dahlberg, coeficiente de variación (%) y coeficiente de correlación intra-clase.

	Media	DE	IC 95 %	p-valor (test t)	D	CV (%)	CCI
PAR (Pre W Total)	0,73	1,62	(-0,17 1,63)	0,102	1,22	4,38	0,981
PAR (Post W Total)	0,27	1,03	(-0,31 0,83)	0,334	0,73	----	0,886
Variación absoluta PAR	0,47	2,20	(-0,75 1,68)	0,425	1,54	6,02	0,970
Variación porcentual PAR	-0,69	5,34	(-3,65 2,25)	0,620	3,67	4,04	0,825
Índice discrepancia	0,40	0,91	(-0,10 0,90)	0,111	0,68	3,27	0,989
C-R Eval	-0,13	1,24	(-0,82 0,56)	0,685	0,86	5,02	0,993

Se observa que para el Pre W total tras la primera medición se obtienen en promedio 0,73 puntos más que en la segunda medición. En general, las medias de los diferentes parámetros están centradas en cero, con desviaciones no superiores a $\pm 2,5$ unidades.

Para la única respuesta medida en porcentaje, la variación porcentual del índice PAR, la desviación es algo más alta (porque el rango de valores de la propia variable es mayor, de 0 % a 100 %).

Para el Pre W total, el IC 95 % para la diferencia media es -0,17 -1,63, lo que significa aceptar la homogeneidad de las medias entre la primera y la segunda medición ($p = 0,102$). Esta misma conclusión es aplicable al resto de parámetros.

En el siguiente gráfico se observan las diferencias entre las medias de la primera y de la segunda medición con los intervalos de confianza al 95 % para los 6 parámetros. En todos los casos se acepta la homogeneidad.

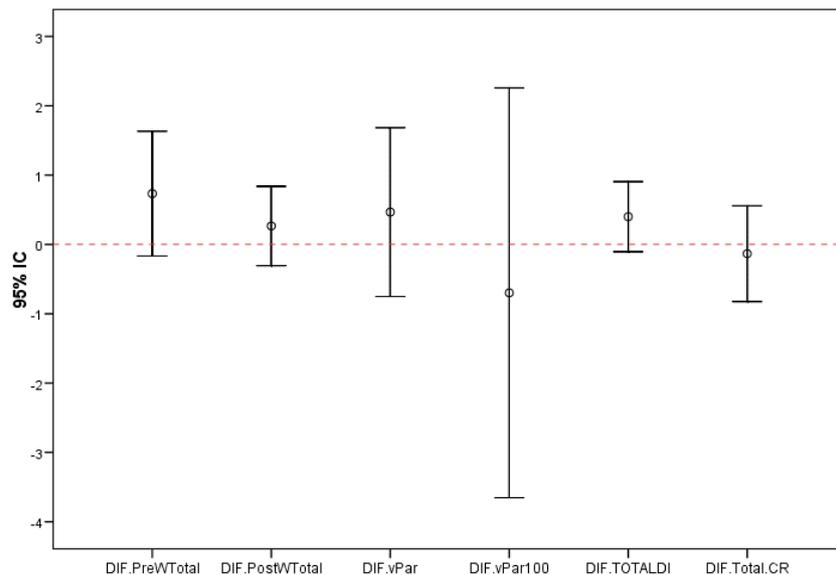


Gráfico 2. Diferencias entre las medias de la primera y de la segunda medición con los intervalos de confianza al 95 % de los 6 parámetros.

Con respecto al estadístico d de Dahlberg, se observa que toma valores entre 0,68 y 1,54 para los parámetros de puntuaciones absolutas y de 3,67 para la porcentual.

Para el índice de discrepancia se calcula la media de la doble medición de un paciente y se calcula la desviación estándar para el par de medidas: el promedio de la misma a través de toda la muestra válida de $n = 15$ es de 0,68 puntos. En valores del

error intra-observador (coeficiente de variación CV) se observa que está entre el 3 % y el 6 %. Por lo tanto, existe una alta reproducibilidad.

Con respecto al coeficiente de correlación intraclase se han obtenido valores entre 0,83 y 0,99; lo que corrobora que estamos ante un error intra-observador muy bajo o, lo que es lo mismo, una reproducibilidad muy alta.

En base a los valores de los diferentes indicadores, se acepta un grado de reproducibilidad intra-examinador muy alta para las variables indirectas finales.

En la tabla 24 se observa el índice Kappa de concordancia entre la primera y la segunda medición para los parámetros globales (grado de mejoría del índice PAR, complejidad del caso del índice de discrepancia y evaluación del índice C-R Eval). Dichos resultados determinan que la concordancia es muy alta.

Tabla 24. Concordancia entre la doble medición para los parámetros globales: porcentaje de acuerdo e índice Kappa de concordancia.

	% acuerdo	Kappa
Grado mejoría índice PAR	100 %	1,00
Nivel complejidad del índice discrepancia	100 %	1,00
Evaluación del índice C-R Eval	93,3 %	0,86

En cuanto al error intra-observador de las variables medidas individualmente, este se determina mediante la fórmula de Dahlberg. En la tabla 25 se observa la estimación del error intra-observador entre la primera y la segunda medición para los parámetros individuales del índice PAR.

Tabla 25. Estimación del error absoluto para los parámetros individuales del índice PAR.

ÍNDICE PAR	D
PreUAS	0,48
PreLAS	0,32
PreBOAP	0,41
PreBOT	0,26
PreBOV	0,00
PreBOTot	0,41
PreOJ	0,00
PreOJ6	0,00
PreOB	0,26
PreOB2	0,52
PreCline	0,32
PreCline4	1,26
PreTotal	0,77
PostUAS	0,00
PostLAS	0,00
PostBOAP	0,48
PostBOT	0,18
PostBOV	0,00
PostBOTot	0,52
PostOJ	0,00
PostOJ6	0,00
PostOB	0,18
PostOB2	0,37
PostCline	0,00
PostCline4	0,00

Los resultados determinan una correcta reproducibilidad en las mediciones siendo la variable PreCline4 la que más variación presenta con 1,26 puntos.

En la tabla 26 se observa la estimación del error intra-observador entre la primera y la segunda medición para los parámetros individuales del índice de discrepancia.

Tabla 26. Estimación del error absoluto para los parámetros individuales del índice de discrepancia.

ÍNDICE DISCREPANCIA	D
OJDI	0,41
OBDI	0,00
Ant.OpB	0,00
Lat.OpB	0,00
CROW	0,00
Occl	0,37
LPXBite	0,00
BPXBite	0,18
ANB	0,00
SNMP	0,00
IIMP	0,00
TotCEPH	0,00
Otros	0,00

Los resultados muestran una elevada reproducibilidad en la valoración de los distintos componentes del índice de discrepancia.

En la tabla 27 se observa la estimación del error intra-observador entre la primera y la segunda medición para los parámetros individuales del índice C-R Eval.

Tabla 27. Estimación del error absoluto para los parámetros individuales del índice C-R Eval.

ÍNDICE C-R Eval	D
AL.S	0,18
AL.I	0,18
AL.Tot	0,26
MR.S	0,26
MR.I	0,18
MR.Tot	0,41
BLI.S	0,48
BLI.I	0,26
BLI.Tot	0,41
OJCR	0,32
OcCont	0,18
OcRel	0,00
IntP.Cont	0,00
R.Ang	0,45

Todos los valores son inferiores a los 0,5 puntos, lo que representa un error de escasa magnitud. La reproducibilidad de los parámetros individuales es muy alta.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se ha realizado con el software SPSS v15.0 y R v3.0.2. El análisis descriptivo para los parámetros continuos proporciona los estadísticos más relevantes para todas las variables recogidas en la investigación: media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana. Para las variables categóricas se realizan análisis de frecuencias absolutas y relativas.

Los principales análisis estadísticos que se han realizado se describen a continuación:

- **Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov:** evalúa el ajuste a una distribución normal de las variables globales de tipo continuo. Como la muestra es grande, el enfoque general del análisis es de tipo paramétrico para estas respuestas primarias. Sin embargo, para las componentes individuales que configuran la puntuación global del índice PAR, índice de discrepancia o el índice C-R Eval se atenderá a test no paramétricos.
- **Test Chi² de asociación:** mide el grado de dependencia entre dos variables de tipo categórico. Si se trata de una tabla 2x2 se aporta el valor exacto del estadístico de Fisher.
- **Test de la t-student:** se utiliza para contrastar si la media de un parámetro es o no la misma en los dos grupos independientes de pacientes. Previamente se aplica el contraste de Levene para determinar la homogeneidad de las varianzas en ambas muestras.
- **Prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes (MW):** empleada para contrastar si la distribución de un parámetro es o no la misma en dos muestras independientes.
- **Prueba de Kruskal-Wallis para más de dos muestras independientes (KW):** permite contrastar si la distribución de un parámetro es o no la misma en más de dos muestras independientes.

- **Correlación de Pearson:** coeficiente que estima el nivel de correlación no lineal entre 2 variables.
- **Modelo lineal general de medidas repetidas:** el modelo ANOVA se ha desarrollado para valorar los cambios producidos en el índice PAR entre los dos tiempos de medición y según el factor grupo del paciente. El modelo contrasta los efectos principales del factor intra-sujeto (tiempo), del inter-sujeto (grupo) y la interacción entre ambos.
- **Modelo no paramétrico de Brunner-Langer:** se trata de una alternativa al anterior para las puntuaciones individuales del índice PAR, ya que marca distribuciones no aceptables como normales. Para estimar los efectos se recurre a un test ATS tipo ANOVA.
- **Modelo de regresión lineal múltiple:** de gran utilidad a la hora de estudiar la relación entre la variación absoluta del índice PAR y las variables independientes. Se estiman inicialmente modelos de inclusión forzosa de todas las variables y es el analista quien realiza una eliminación controlada. Se aporta información de la calidad del ajuste a través del coeficiente de determinación y se valida las hipótesis de aplicabilidad habituales: normalidad de los residuos, homocedasticidad, incorrelación (Durbin-Watson) y no colinealidad.
- **Modelo de regresión logística binaria:** tiene la finalidad de identificar aquellos factores que puedan influir sobre la probabilidad de que un individuo termine como admisible (éxito) según la valoración del C-R Eval. Se obtienen estimaciones de los coeficientes y del odds ratio, con intervalos de confianza al 95 % para el mismo.

El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido del 5 % ($\alpha = 0,05$). Para una prueba como el t-test, con un nivel de confianza del 95 % y considerando un tamaño del efecto a detectar $d = 0,70$ (medio-grande), la potencia alcanzada por el test es de 0,83 en una muestra como la que presentamos en el estudio.

6. RESULTADOS

Homogeneidad de los grupos

Tras realizar los correspondientes análisis estadísticos con respecto a edad, sexo, tipo de dentición y duración del tratamiento, en la tabla 28 se resume la homogeneidad de los dos grupos de tratamiento para cada variable y los tests utilizados:

Tabla 28. Homogeneidad de los grupos de tratamiento.

	p-valor
Edad	0,332 (t)
Sexo	0,106 (Chi2)
Duración tratamiento	0,069 (t)
Dentición	1,000 (Fisher)

Los resultados muestran la homogeneidad en los dos grupos de tratamiento para todas las variables (Gráfico 3).

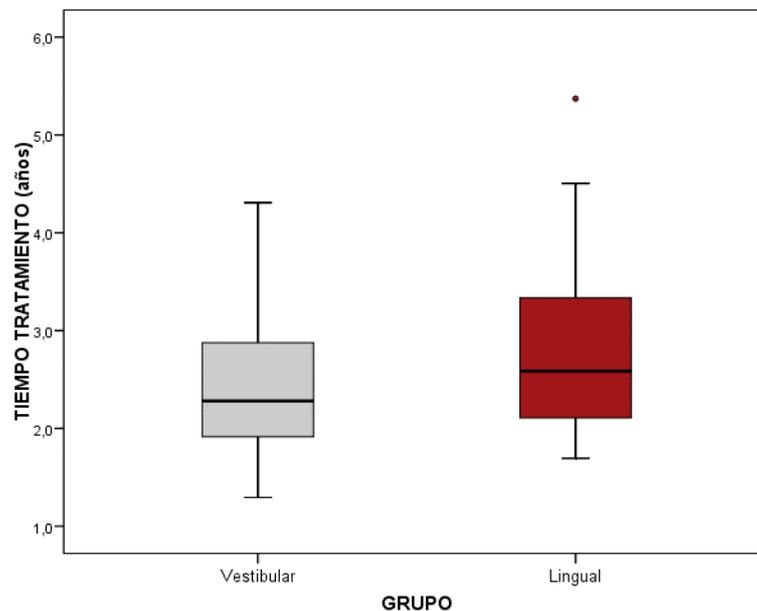


Gráfico 3. Duración del tratamiento según el grupo.

La duración media del tratamiento para el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular ha sido de 2,43 años; mientras que para los pacientes tratados con ortodoncia lingual lo fue de 2,78 años. En la tabla 29 se observa la distribución de la muestra según la duración del tratamiento.

Tabla 29. Distribución de la muestra según la duración del tratamiento.

	GRUPO		
	Total	Vestibular	Lingual
N	72	42	30
Media	2,57	2,43	2,78
Desviación típica	0,81	0,72	0,90
Mínimo	1,29	1,29	1,69
Máximo	5,37	4,31	5,37
Mediana	2,33	2,28	2,59

Índice PAR

En el gráfico 4 se observa la distribución de valores del índice PAR en ambos grupos de tratamiento:

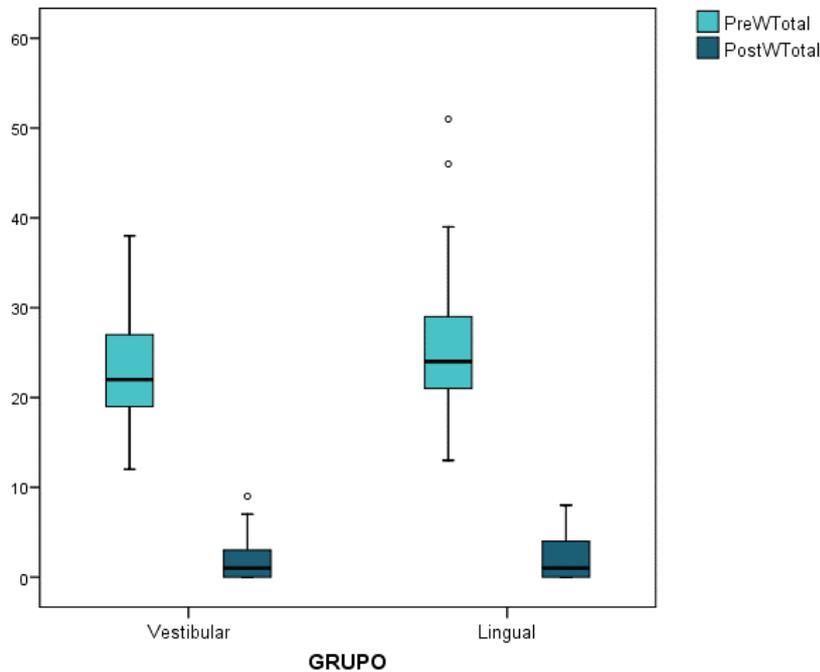


Gráfico 4. Box-plot del índice PAR ponderado según el grupo de tratamiento.

Durante el estudio se ha observado un nivel adecuado de homogeneidad en las distribuciones, tanto en el pre como el postratamiento. El tratamiento parece estar ejerciendo el mismo impacto, en términos de reducción del índice PAR y han sido solo tres los casos que presentan valores atípicamente altos respecto al conjunto de la muestra en las mismas condiciones.

En la tabla 30 se describe la variación en puntos absolutos del indicador:

Tabla 30. Evolución del valor del índice PAR ponderada total según el grupo.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
N	72	72	42	42	30	30
Media	24,4	2,2	22,9	2,1	26,5	2,3
Desviación típica	7,3	2,4	6,2	2,3	8,3	2,5
Mínimo	12,0	0,0	12,0	0,0	13,0	0,0
Máximo	51,0	9,0	38,0	9,0	51,0	8,0
Mediana	23,5	1,0	22,0	1,0	24,0	1,0

En los pacientes tratados con ortodoncia vestibular el índice PAR medio disminuye desde $22,9 \pm 6,2$ a $2,1 \pm 2,3$ puntos. En los pacientes tratados con ortodoncia lingual el cambio va desde $26,5 \pm 8,3$ puntos a $2,3 \pm 2,5$ puntos (Véase gráfico 5). Se trata de reducciones medias de $20,8 \pm 6,2$ y $24,2 \pm 8,0$ puntos, respectivamente (Véase tabla 31).

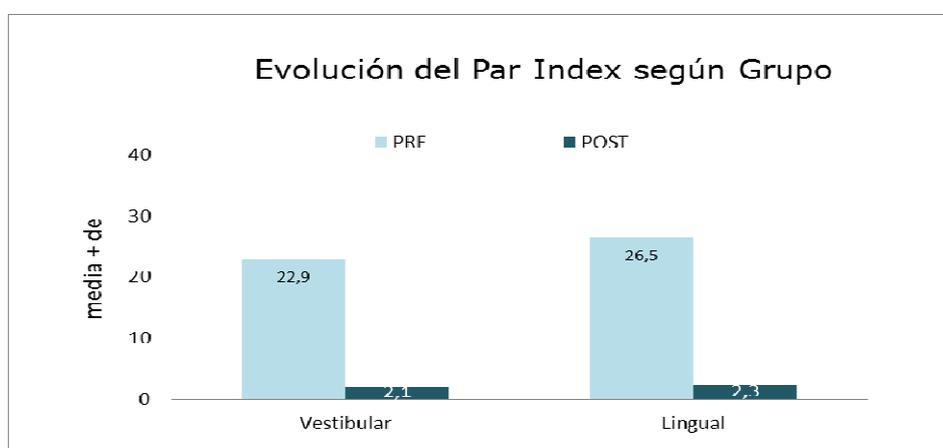


Gráfico 5. Evolución del índice PAR según grupo.

Tal y como se observa en la tabla 31, la disminución del índice PAR en términos porcentuales es del 90,4 % y 91,5 % para los tratamientos de ortodoncia vestibular y lingual, respectivamente.

Tabla 31. Cambios entre el pre y post del índice PAR según el grupo.

		GRUPO		
		Total	Vestibular	Lingual
ABSOLUTO	N	72	42	30
	Media	22,2	20,8	24,2
	Desviación típica	7,2	6,2	8,0
	Mínimo	7,0	7,0	12,0
	Máximo	51,0	35,0	51,0
	Mediana	21,0	21,0	22,5
PORCENTAJE	N	72	42	30
	Media	90,9	90,4	91,5
	Desviación típica	9,9	10,7	8,7
	Mínimo	58,3	58,3	70,4
	Máximo	100,0	100,0	100,0
	Mediana	94,7	94,2	95,4
PROPORCIÓN	N	72	42	30
	Media	0,91	0,90	0,92
	Desviación típica	0,10	0,11	0,09
	Mínimo	0,58	0,58	0,70
	Máximo	1,00	1,00	1,00
	Mediana	0,95	0,94	0,95

Para evaluar si los cambios de pre a post observados en ambos grupos pueden aceptarse o no como homogéneos, se estima un modelo lineal general ANOVA de medidas repetidas con factor inter-sujetos el tipo de tratamiento.

Tabla 32. Evolución del índice PAR según grupo de tratamiento: test F del modelo lineal general ANOVA.

	p-valor
TIEMPO	< 0,001***
GRUPO	0,051
TIEMPO x GRUPO	0,042*

*p<0,05; ***p<0,001

Los resultados que se derivan de la tabla 32 son:

- Existe un efecto tiempo. El descenso de índice PAR desde la medida pre a la post es estadísticamente significativo ($p < 0,001$).
- No existen diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,051$). Para determinar la influencia de los casos atípicos que hay en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia lingual (Véase gráfico 4) se re-estima el modelo excluyendo los casos atípicos (Tabla 33).

Tabla 33. Evolución del índice PAR según grupo de tratamiento tras la exclusión de los casos atípicos: test F del modelo lineal general ANOVA.

	p-valor
TIEMPO	< 0,001***
GRUPO	0,198
TIEMPO x GRUPO	0,194

***p<0,001

Tras la exclusión de los casos atípicos desaparece la tendencia a la significatividad estadística en los grupos de tratamiento, así como la significación estadística en la interacción tiempo-grupo, mientras que la variable tiempo continúa siendo significativa ($p < 0,001$).

Las pruebas de comparación múltiple de Bonferroni aportan más información sobre cada uno de los niveles de los factores. Tanto los pacientes tratados con ortodoncia vestibular como aquellos tratados con ortodoncia lingual presentan un descenso significativo del índice PAR ($p < 0,001$ en ambos casos). Al analizar los datos anteriores al tratamiento, se objetiva que los pacientes tratados con ortodoncia lingual tienen un índice PAR significativamente superior a los pacientes tratados con ortodoncia vestibular ($p = 0,036$). Tras el tratamiento, los valores se homogeneizan ($p = 0,754$).

Análisis de la mejoría del índice PAR

La variación porcentual conseguida de pre a post se categoriza en 3 niveles de mejoría, en los cuales se distribuye la muestra tal y como muestra el gráfico 6:

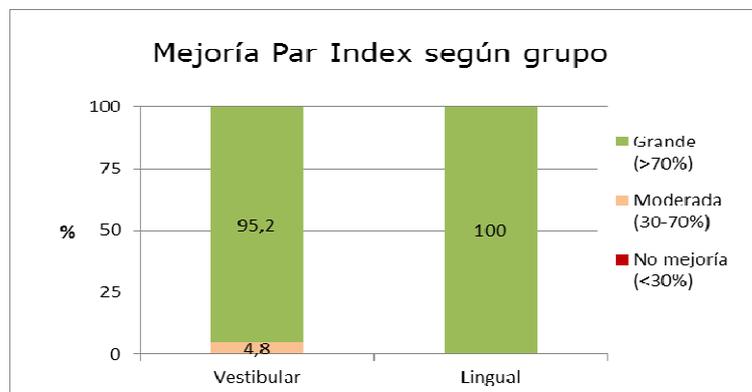


Gráfico 6. Mejoría del índice PAR según el grupo.

Se observa que en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular, el 95,2 % ha experimentado una gran mejoría (reducción pre-post del índice PAR superior al 70 %). En los pacientes tratados con ortodoncia lingual, la cifra es del 100 %. Según el test exacto de Fisher, los resultados no son estadísticamente significativos ($p = 0,507$).

Análisis del efecto de otros factores sobre la diferencia absoluta del índice PAR

Para determinar si algunos de los factores como la edad, el sexo o la duración del tratamiento influyen en la reducción conseguida en el índice PAR, se lleva a cabo un modelo de regresión lineal múltiple con la variable dependiente “la variación de índice PAR (vPar)” y como variables independientes el tipo de tratamiento, la duración, el sexo y la edad (Tabla 34).

Tabla 34. Evolución del índice PAR según el grupo ajustado por factores independientes: resultados del modelo de regresión lineal múltiple con inclusión forzosa de todos.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	17,770	4,201	-	4,230	< 0,001***	9,384	26,155
EDAD	0,222	0,099	0,260	2,250	0,028*	0,025	0,419
TIEMPO DE TRATAMIENTO	0,010	1,037	0,001	0,009	0,992	-2,060	2,080
SEXO	0,324	2,060	0,018	0,157	0,876	-3,788	4,435
GRUPO	-2,980	1,734	-0,206	-1,719	0,090	-6,441	0,481

*p<0,05; ***p<0,001

Tal y como se observa en la tabla anterior, las variables independientes “sexo” y “tiempo de tratamiento” no influyeron sobre la reducción alcanzada del índice PAR. La edad del paciente influye significativamente sobre la reducción de índice PAR conseguida con el tratamiento (p = 0,028).

En cuanto a la influencia de la variable “grupo”, los resultados no alcanzaron diferencias estadísticamente significativas (p = 0,090). Para desechar la posibilidad de que las variables independientes “sexo” y “tiempo de tratamiento” pudieran influir sobre la variación obtenida y actuaran como variables de confusión, se re-estimó el modelo excluyendo estos factores (Tabla 35). En esta tabla se observa cómo en la influencia de la variable “grupo” los resultados no alcanzaron diferencias estadísticamente significativas (p = 0,069).

Tabla 35. Evolución del índice PAR según grupo ajustado por edad: resultados modelo de regresión lineal múltiple.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	17,846	3,028	-	5,894	< 0,001***	11,806	23,886
EDAD	0,224	0,097	0,262	2,314	0,024*	0,031	0,416
GRUPO	-3,031	1,641	-0,209	-1,848	0,069	-6,304	0,242

*p<0,05; ***p<0,001

Otro de los aspectos evaluados ha sido la interacción del tramo de edad del paciente para ver si esta ejercía algún tipo de influencia en los datos. Los resultados descartaron esta posibilidad ($p = 0,857$), tal y como se observa en el gráfico 7.

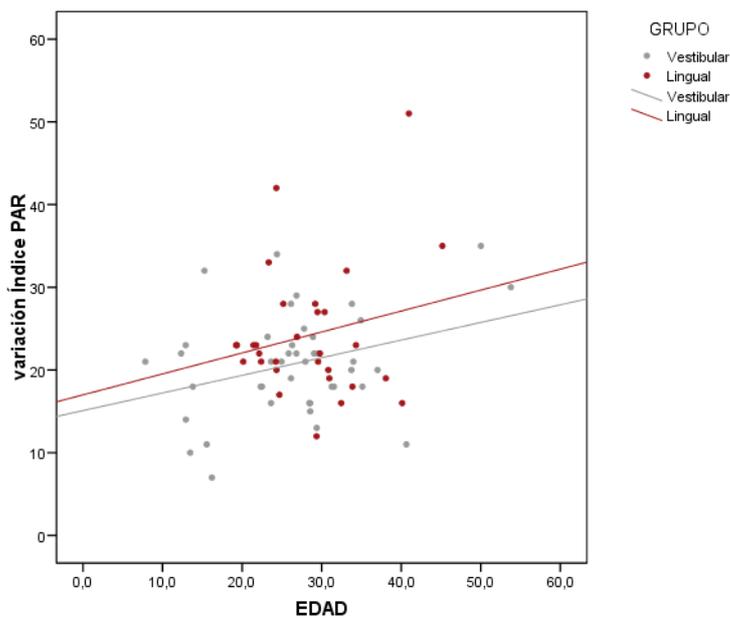


Gráfico 7. Evaluación de la interacción según tramo de edad.

La edad y el tipo de tratamiento no sirven para predecir su cambio en el índice PAR ($R^2 = 0,126$).

Las puntuaciones de cada uno de los componentes individuales oscilan en un rango mucho más reducido, presentan asimetrías y distribuciones muy distintas de unas a otras. Por ello se ha optado por un modelo similar al ANOVA, pero desde un enfoque

no paramétrico. En este caso, por el modelo no paramétrico de Brunner-Langer para datos longitudinales (Tabla 36).

Tabla 36. Evolución de las componentes individuales del índice PAR según grupo de tratamiento: test ATS del modelo de Brunner-Langer.

	Efecto grupo	Efecto tiempo	Interacción
UAS	0,839	< 0,001***	0,506
LAS	0,765	< 0,001***	0,506
BOAP	0,409	0,001**	0,394
BOT	0,053	< 0,001***	0,061
BOV	0,317	0,317	0,317
BOTot	0,145	< 0,001***	0,197
OJ	0,225	< 0,001***	0,225
OJ6	0,225	< 0,001***	0,225
OB	0,083	< 0,001***	0,251
OB2	0,083	< 0,001***	0,251
Cline	0,136	< 0,001***	0,425
Cline4	0,136	< 0,001***	0,425

p < 0,01; *p < 0,001

Los resultados que se derivan de la tabla 36 son los siguientes:

- En todos los componentes hay una reducción significativa de pre a post ($p < 0,001$), excepto en la oclusión bucal vertical (BOV) en la que no se da cambio alguno. En la tabla 37 se comprueba que la puntuación de este parámetro es prácticamente 0 en ambos tiempos.

Tabla 37. Evolución del parámetro BOV según grupo.

		GRUPO					
		Total		Vestibular		Lingual	
		N	%	N	%	N	%
Pre	Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
	0	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
Post	Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
	0	71	98,6 %	41	97,6 %	30	100,0 %
	1	1	1,4 %	1	2,4 %	0	0,0 %

En todos los componentes, la reducción es comparable en ambos grupos de tratamiento ($p > 0,05$). En la tabla 38 se observa una tendencia relativa al parámetro oclusión bucal transversal (BOT) ($p = 0,061$).

Tabla 38. Evolución del parámetro BOT según grupo.

		GRUPO					
		Total		Vestibular		Lingual	
		N	%	N	%	N	%
Pre	Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
	0	49	68,1 %	33	78,6 %	16	53,3 %
	1	8	11,1 %	4	9,5 %	4	13,3 %
	2	8	11,1 %	1	2,4 %	7	23,3 %
	3	4	5,6 %	2	4,8 %	2	6,7 %
	4	3	4,2 %	2	4,8 %	1	3,3 %
Post	Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
	0	66	91,7 %	39	92,9 %	27	90,0 %
	1	3	4,2 %	1	2,4 %	2	6,7 %
	2	2	2,8 %	2	4,8 %	0	0,0 %
	3	1	1,4 %	0	0,0 %	1	3,3 %

En la tabla 38 se observa cómo en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular, el 78,6 % carecen de alteraciones transversales antes del tratamiento, mientras que tras el tratamiento este porcentaje asciende al 92,9 %. En el grupo de pacientes tratados con ortodoncia lingual, las cifras ascienden del 53,3 % al 90 %. En la gráfica 8 se observa la representación de los efectos relativos.

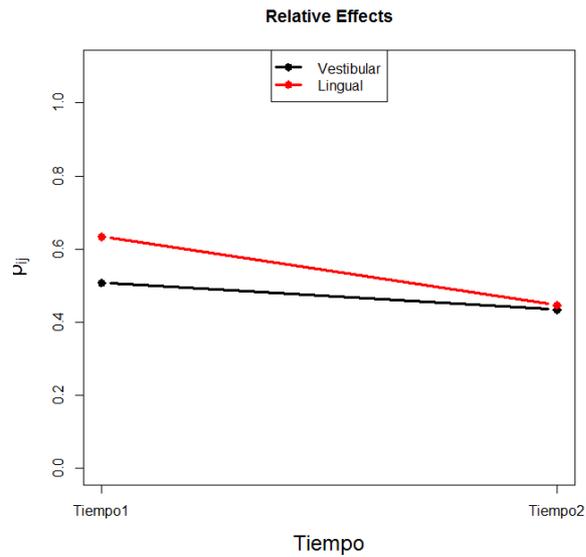


Gráfico 8. Representación gráfica de los efectos relativos.

Índice de discrepancia

En el gráfico 9 se observa la distribución del índice de discrepancia en los dos grupos de tratamiento:

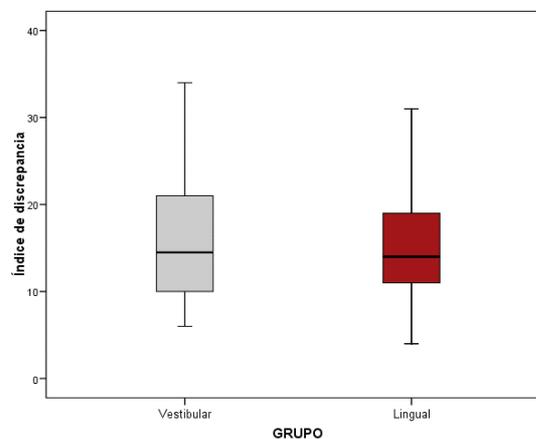


Gráfico 9. Distribución del índice de discrepancia según el grupo.

En la tabla 39 se observa que las distribuciones son homogéneas. La media también es homogénea con una puntuación de $16,3 \pm 7,3$ en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular y $15,4 \pm 6,6$ en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia lingual. El índice de discrepancia medio en ambas muestras puede aceptarse como

similar ($p = 0,578$). La dificultad media de los casos en una y otra muestra es equivalente.

Tabla 39. Distribución del índice de discrepancia según el grupo.

	GRUPO		
	Total	Vestibular	Lingual
N	72	42	30
Media	15,9	16,3	15,4
Desviación típica	7,0	7,3	6,6
Mínimo	4,0	6,0	4,0
Máximo	34,0	34,0	31,0
Mediana	14,0	14,5	14,0

Análisis de la valoración del índice de discrepancia

El índice de discrepancia también puede analizarse desde el punto de vista de su clasificación según la dificultad. En la tabla 40 y en el gráfico 10 se observa la valoración del índice de discrepancia según el grupo de tratamiento:

Tabla 40. Valoración del índice de discrepancia según grupo.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
Dificultad baja	4	5,6 %	2	4,8 %	2	6,7 %
Dificultad moderada-baja	39	54,2 %	22	52,4 %	17	56,7 %
Dificultad moderada-alta	20	27,8 %	12	28,6 %	8	26,7 %
Dificultad alta	9	12,5 %	6	14,3 %	3	10,0 %

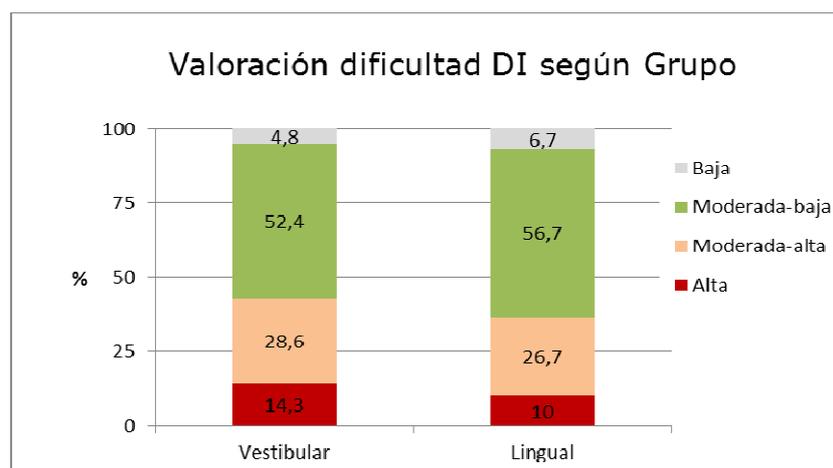


Gráfico 10. Valoración de la dificultad del índice de discrepancia según grupo.

Se ha determinado que las proporciones de grados de dificultad en una y otra muestra son comparables ($p = 0,929$).

Análisis del efecto de otros factores sobre el índice de discrepancia

Para determinar si algunos de los factores como la edad o el sexo influyen en el índice de discrepancia realizamos un modelo de regresión lineal múltiple incluyendo como variables independientes el grupo, el sexo y la edad (Tabla 41).

Tabla 41. Índice de discrepancia según el grupo, ajustado por factores independientes: resultados modelo de regresión lineal múltiple con inclusión forzosa de todos.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	13,002	3,141	-	4,140	< 0,001***	6,735	19,269
EDAD	0,067	0,100	0,081	0,666	0,508	-0,133	0,267
SEXO	1,635	2,091	0,096	0,782	0,437	-2,538	5,807
GRUPO	1,322	1,721	0,094	0,768	0,445	-2,112	4,755

*** $p < 0,001$

En la tabla 41 se advierte que no existe ninguna influencia relevante del perfil sociodemográfico del paciente, ni modifica la falta de asociación del índice de discrepancia con el grupo. A continuación se muestra el análisis de la posible correlación lineal existente, la cual es débil ($r = 0,157$; $p = 0,188$) (Gráfico 11).

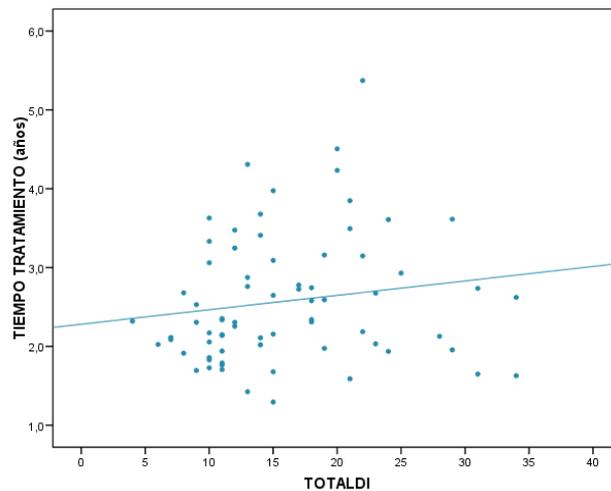


Gráfico 11. Grado de correlación entre la duración del tratamiento y el índice de discrepancia.

En la tabla 42 se resumen las diferencias de los parámetros individuales del índice de discrepancia según el grupo de tratamiento. De todos los parámetros individuales analizados, solo “SNMP” y “OB” presentan diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,006$ y $p = 0,048$, respectivamente).

Tabla 42. Comparación de distribuciones de las componentes individuales del índice discrepancia según el grupo de tratamiento: test Mann-Whitney.

	Efecto grupo
OJ	0,132
OB	0,048*
Ant.OpB	0,093
Lat.OpB	0,163
CROW	0,910
Occl	0,502
LPXBite	0,216
BPXBite	0,539
ANB	0,868
SNMP	0,006**
IIMP	0,331
TotCEPH	0,674
Otros	0,828

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 43. Parámetro SNMP del índice de discrepancia según grupo.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
0	67	93,1 %	42	100,0 %	25	83,3 %
2	3	4,2 %	0	0,0 %	3	10,0 %
6	2	2,8 %	0	0,0 %	2	6,7 %

Con respecto al primer parámetro (SNMP), en la tabla 43 podemos observar cómo el 16,7 % de pacientes tratados con ortodoncia lingual presenta asignada alguna puntuación. Ningún paciente tratado con ortodoncia vestibular presenta puntuación alguna de este parámetro.

Con respecto al segundo parámetro (OB), en la tabla 44 observamos cómo el 33,3 % de pacientes tratados con ortodoncia lingual presenta alguna puntuación relativa a la sobremordida, mientras que para los pacientes tratados con ortodoncia vestibular lo presenta el 54,8 %.

Tabla 44. Parámetro OB del índice de discrepancia según grupo.

	GRUPO					
	Total		Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	42	100,0 %	30	100,0 %
0	39	54,2 %	19	45,2 %	20	66,7 %
2	20	27,8 %	13	31,0 %	7	23,3 %
3	9	12,5 %	6	14,3 %	3	10,0 %
5	4	5,6 %	4	9,5 %	0	0,0 %

Índice C-R Eval

En el gráfico 12 se observa la distribución del índice C-R Eval en los dos grupos de tratamiento:

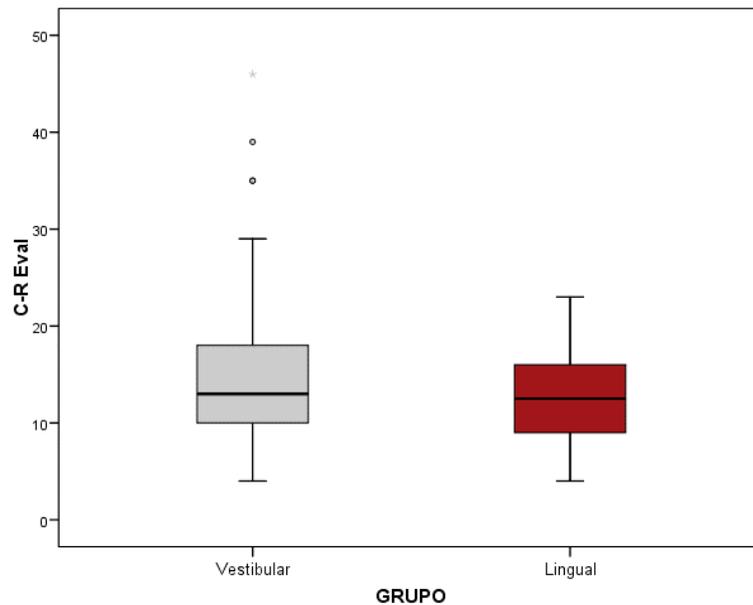


Gráfico 12. Distribución del índice C-R Eval según el grupo.

En la tabla 45 se observa que los pacientes tratados con ortodoncia lingual presentan valores del índice C-R Eval inferiores a los pacientes tratados con ortodoncia vestibular.

La presencia de algunos pacientes tratados con ortodoncia vestibular con una puntuación alta eleva la media a $16,0 \pm 9,1$ frente a $12,7 \pm 5,4$ del grupo de pacientes tratados con ortodoncia lingual. Aunque las medianas son similares, existen 4 pacientes tratados con ortodoncia vestibular con una puntuación atípica (3 puntos). Mediante un análisis estadístico a través del t-test se ha llegado a la conclusión de que las diferencias no son estadísticamente significativas ($p = 0,084$). Al realizar una prueba estadística basada en las medianas de las distribuciones como la prueba de Mann-Whitney se obtiene un valor más conservador ($p = 0,277$).

Tabla 45. Valor del índice C-R Eval según el grupo.

	GRUPO		
	Total	Vestibular	Lingual
N	72	42	30
Media	14,6	16,0	12,7
Desviación típica	7,9	9,1	5,4
Mínimo	4,0	4,0	4,0
Máximo	46,0	46,0	23,0
Mediana	13,0	13,0	12,5

Análisis de la valoración del índice C-R Eval

El valor exacto del índice C-R Eval permite clasificar los casos en 3 niveles de calidad: no admisible, dependiente de los objetivos del tratamiento y del perfil facial, y admisible (Gráfico 13).

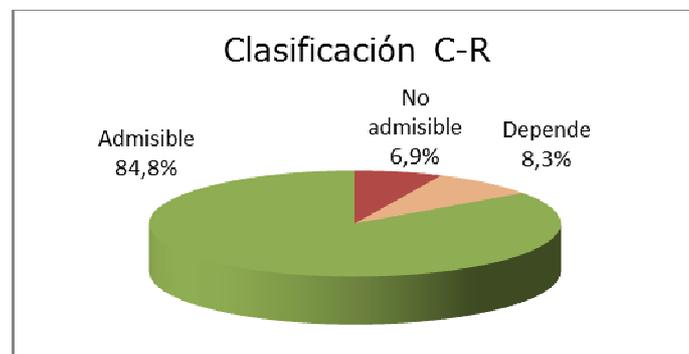


Gráfico 13. Distribución de los casos por niveles de calidad.

En el gráfico 14 observamos la clasificación del índice C-R Eval según el grupo de tratamiento. Podemos señalar que un 11,9 % de pacientes tratados con ortodoncia vestibular no son admisibles. No hay ningún caso tratado con ortodoncia lingual clasificado como no admisible.

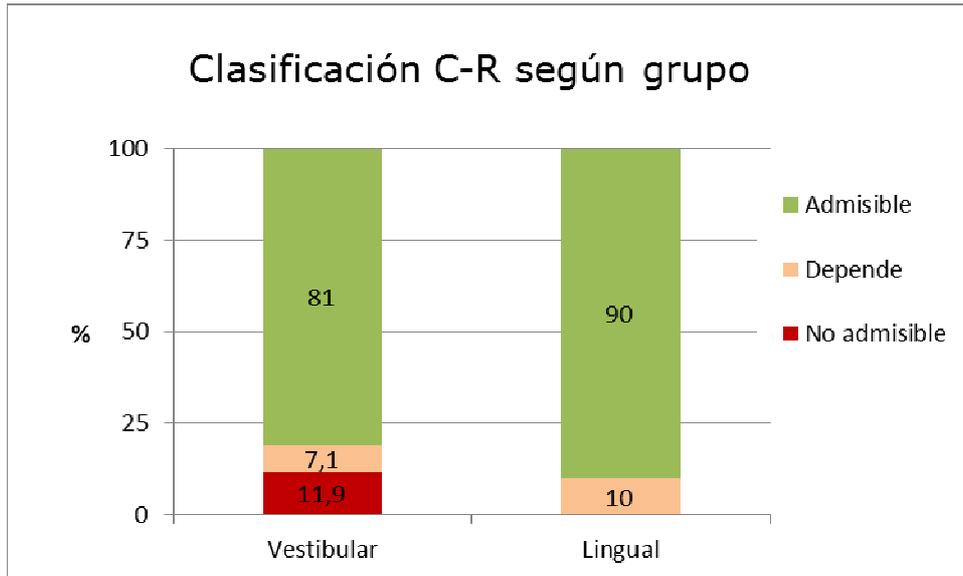


Gráfico 14. Clasificación del índice C-R Eval según grupo.

No se da suficiente evidencia estadística como para rechazar la homogeneidad de las proporciones ($p = 0,293$).

Análisis del efecto de otros factores sobre el índice C-R Eval

En el gráfico 15 se observa la influencia de la dificultad del caso sobre la evaluación final.

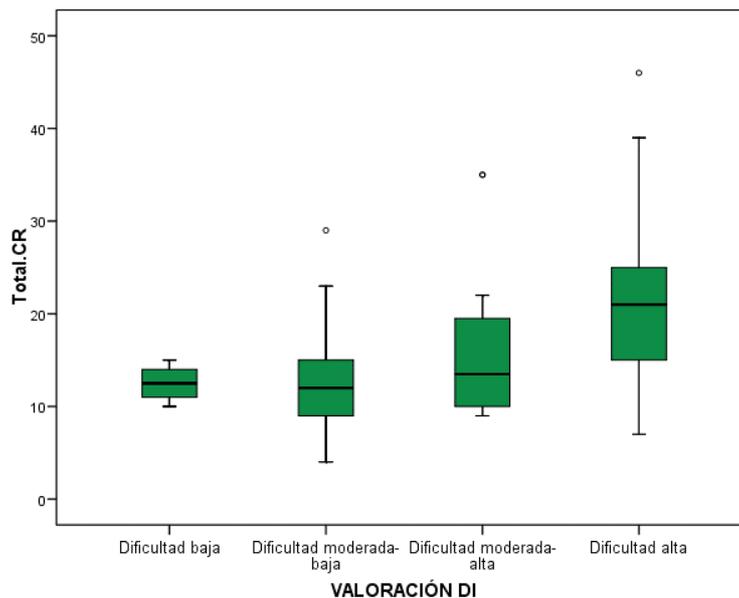


Gráfico 15. Influencia de la dificultad del caso.

En la tabla 46 se presentan los estadísticos convencionales. Los resultados finales del índice C-R Eval de los pacientes clasificados como baja dificultad son similares a los clasificados como una dificultad moderada-baja. Estos resultados difieren cuando la dificultad es moderada-alta y se exacerban aún más cuando la dificultad es alta.

Tabla 46. Valor del índice C-R Eval según el índice de discrepancia.

	VALORACIÓN ÍNDICE DISCREPANCIA				
	Total	Dificultad baja	Dificultad moderada -baja	Dificultad moderada -alta	Dificultad alta
N	72	4	39	20	9
Media	14,6	12,5	12,2	16,3	22,4
Desviación típica	7,9	2,1	5,4	7,8	13,0
Mínimo	4,0	10,0	4,0	9,0	7,0
Máximo	46,0	15,0	29,0	35,0	46,0
Mediana	13,0	12,5	12,0	13,5	21,0

Con la intención de determinar la influencia de otros factores como el sexo, la edad, el tiempo de tratamiento, el grado de dificultad o el grupo creamos un modelo de regresión lineal múltiple (Tabla 47).

Tabla 47. Valoración del índice C-R Eval según grupo ajustado por factores independientes: resultados modelo de regresión lineal múltiple con inclusión forzosa de todos.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	2,616	4,502	-	0,581	0,563	-6,372	11,605
EDAD	-0,034	0,103	-0,036	-0,330	0,743	-0,239	0,171
TIEMPO DE TRATAMIENTO	1,425	1,096	0,146	1,300	0,198	-0,764	3,613
SEXO	2,412	2,153	0,125	1,120	0,267	-1,888	6,711
GRUPO	3,694	1,818	0,232	2,031	0,046*	0,063	7,324
DIFICULTAD ÍNDICE DISCREPANCIA	0,416	0,126	0,365	3,298	0,002**	0,164	0,667

*p < 0,05; **p < 0,01

De la tabla 47 se derivan los siguientes resultados:

- Los dos factores que influyen sobre la evaluación del índice C-R Eval son el grupo de tratamiento y el nivel de dificultad.
- El factor más influyente sobre el resultado final es la dificultad del caso (índice de discrepancia) ($p = 0,002$).
- El efecto del grupo de tratamiento es, a priori, estadísticamente significativo ($p = 0,046$). Sin embargo, tal y como se observa en el gráfico 12, existen casos atípicos en el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular. Si los excluimos y re-estimamos el modelo (Tabla 48) se confirma que el efecto del grupo de tratamiento no presenta significatividad estadística ($p = 0,152$).

Tabla 48. Valoración del índice C-R Eval según grupo ajustado por factores independientes: resultados modelo de regresión lineal múltiple con inclusión forzosa de todos.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	2,047	4,868	-	0,421	0,676	-7,681	11,775
EDAD	0,048	0,084	0,068	0,569	0,571	-0,120	0,215
TIEMPO DE TRATAMIENTO	2,195	0,884	0,303	2,482	0,016	0,428	3,962
SEXO	0,713	1,818	0,048	0,392	0,696	-2,921	4,347
GRUPO	2,118	1,460	0,179	1,451	0,152	-0,798	5,035
DIFICULTAD ÍNDICE DISCREPANCIA	0,131	0,109	0,145	1,199	0,235	-0,087	0,348

El resto de variables no influyen en el resultado final del índice C-R Eval. Para desechar la posibilidad de que las variables independientes “sexo” y “edad” influyesen sobre la variación obtenida actuando como variables de confusión, se re-estima el modelo excluyendo estos factores (Tabla 49).

Tabla 49. Valoración del índice C-R Eval según grupo y dificultad del índice de discrepancia: resultados modelo de regresión lineal múltiple.

	B	E.T.	B.est.	t	p-valor	I.C. 95,0 % para B	
						Inferior	Superior
CONSTANTE	2,442	3,531	-	0,692	0,492	-4,604	9,487
TIEMPO DE TRATAMIENTO	1,330	1,087	0,136	1,223	0,226	-0,840	3,499
GRUPO	3,336	1,761	0,209	1,895	0,062	-0,177	6,850
DIFICULTAD ÍNDICE DISCREPANCIA	0,428	0,124	0,376	3,449	0,001**	0,180	0,676

**p < 0,01

De la tabla 49 podemos concluir que la exclusión de las variables “sexo” y “edad” no producen variaciones por lo que se refuerza la hipótesis de que no son variables de confusión.

Debemos tener en cuenta que el tiempo de tratamiento es mayor en los pacientes tratados con ortodoncia lingual sin llegar no obstante a tener unos resultados estadísticamente significativos ($p = 0,069$). El modelo actual ha concluido que la valoración del efecto del tratamiento debe hacerse ajustándolo a la duración del mismo. La dificultad del caso sigue siendo el aspecto más determinante ($p = 0,001$). El grupo de tratamiento es el segundo factor que mayor influencia ejerce sin llegar a tener unos resultados estadísticamente significativos ($p = 0,062$). Dado que no se han eliminado los casos atípicos, este resultado no es fiable.

Otro aspecto destacable es la evaluación del efecto de interacción del índice de discrepancia sobre el índice C-R Eval. Sin embargo, los resultados descartan esta posibilidad ($p = 0,215$), tal y como se observa en el gráfico 16.

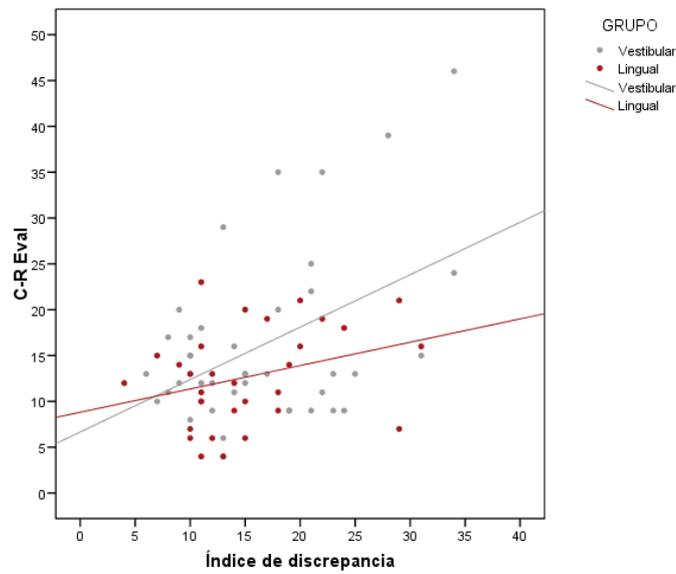


Gráfico 16. Evaluación de la interacción del índice de discrepancia.

Para determinar la influencia de las variables independientes estudiadas previamente (grupo de tratamiento, edad, sexo, tiempo de tratamiento y dificultad del caso según el índice de discrepancia) se recurre a un modelo de regresión logística. El análisis logístico identifica cuáles son los aspectos de los que depende que un caso se pueda considerar como admisible. Para dicho modelo, se agrupan los casos en 2 bloques: admisibles (61 casos) y no admisibles o cuestionables según los objetivos del tratamiento y el perfil (11 casos).

Tabla 50. Probabilidad de éxito según grupo ajustado por factores independientes: resultados modelo de regresión logística binaria múltiple.

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	OR	I.C. 95,0 % para OR	
							Inferior	Superior
EDAD	0,000	0,044	0,000	1	0,995	1,000	0,918	1,090
TIEMPO DE TRATAMIENTO	-1,216	0,510	5,675	1	0,017*	0,296	0,109	0,806
SEXO	0,453	1,044	0,188	1	0,664	1,573	0,203	12,179
GRUPO	-1,725	1,030	2,807	1	0,094	0,178	0,024	1,340
DIFICULTAD ÍNDICE DISCREPANCIA	-0,195	0,066	8,805	1	0,003**	0,823	0,723	0,936
CONSTANTE	9,285	2,864	10,509	1	0,001**	10772	-	-

*p < 0,05; **p < 0,01

De la tabla anterior se derivan los siguientes resultados:

- Por cada punto adicional en el grado de dificultad del índice de discrepancia, la probabilidad de éxito se multiplica por 0,82 (=OR, odds ratio), esto es, se reduce un 18 % (p = 0,003).
- Respecto al grupo de tratamiento, no se alcanza la significatividad estadística (p = 0,094).

Tal y como se ha realizado anteriormente, excluimos del modelo las variables independientes “sexo” y “edad”, y se observan los resultados en la tabla 51.

Tabla 51. Probabilidad de éxito según grupo, dificultad y duración: resultados del modelo de regresión logística binaria múltiple.

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	OR	I.C. 95,0% para OR	
							Inferior	Superior
TIEMPO DE TRATAMIENTO	-1,206	0,505	5,692	1	0,017*	0,299	0,111	0,806
GRUPO	-1,707	1,014	2,832	1	0,092	0,181	0,025	1,324
DIFICULTAD ÍNDICE DI	-0,190	0,064	8,902	1	0,003**	0,827	0,730	0,937
CONSTANTE	9,008	2,514	12,839	1	< 0,001***	8166,4	-	-

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

Una vez observados los resultados sobre la puntuación global del índice C-R Eval, encontramos la tabla 52 que resume los parámetros individuales de dicho índice.

Tabla 52. Comparación de distribuciones de los componentes individuales del C-R según grupo de tratamiento: test Mann-Whitney.

	Efecto grupo
AL.S	0,839
AL.I	0,004**
AL.Tot	0,117
MR.S	0,758
MR.I	0,111
MR.Tot	0,472
BLI.S	0,634
BLI.I	0,615
BLI.Tot	0,392
OJCR	0,303
OcCont	0,329
OcRel	0,210
IntP.Cont	0,655
R.Ang	0,236

**p < 0,01

En la tabla 52 podemos observar que solo el parámetro AL.I (alineamiento inferior) presenta diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,004$) entre los pacientes tratados con ortodoncia vestibular y lingual.

Por otra parte, la tabla 53 muestra que el 33,3 % de los pacientes tratados con ortodoncia lingual terminan el tratamiento con una puntuación de cero en este parámetro. En los pacientes tratados con ortodoncia vestibular solo sucede en el 9,5 % de los casos.

Tabla 53. Parámetro “alineamiento inferior” del índice C-R Eval según el grupo.

	Vestibular		Lingual	
	N	%	N	%
Total	42	100,0 %	30	100,0 %
0	4	9,5 %	10	33,3 %
1	18	42,9 %	14	46,7 %
2	16	38,1 %	5	16,7 %
3	1	2,4 %	1	3,3 %
4	1	2,4 %	0	0,0 %
5	1	2,4 %	0	0,0 %
6	1	2,4 %	0	0,0 %

Correlación entre los índices

Índice PAR pretratamiento e índice de discrepancia

El coeficiente de correlación de Pearson es de 0,406. Se trata, por tanto, de una asociación moderada. El contraste sobre la nulidad del parámetro proporciona un $p < 0,001$. En el gráfico siguiente se visualiza cómo los datos apuntan una clara tendencia lineal. Se ha superpuesto la recta de regresión para facilitar la interpretación.

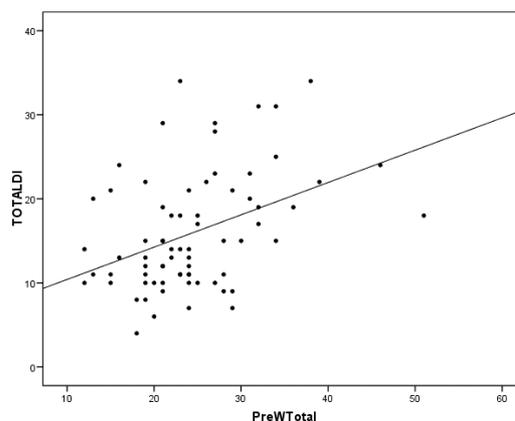


Gráfico 17. Correlación entre el índice PAR pre y el índice de discrepancia.

La ecuación de regresión permite estimar el valor del índice de discrepancia que debería tener un paciente en función de su índice PAR pretratamiento:

$$\text{Índice discrepancia} = 6,56 + 0,385 \text{ Índice PAR pre}$$

donde el coeficiente 0,385 se muestra significativamente no nulo ($p < 0,001$). La tabla 54 proporciona las medias del índice PAR pretratamiento en cada una de esas categorías.

Tabla 54. Índice PAR pretratamiento según valoración del índice de discrepancia.

		VALORACIÓN ÍNDICE DISCREPANCIA				
		Total	Dificultad baja	Dificultad moderada-baja	Dificultad moderada-alta	Dificultad alta
PreWTotal	N	72	4	39	20	9
	Media	24,4	22,8	21,7	28,7	27,3
	Desviación típica	7,3	4,9	4,9	9,5	7,0
	Mínimo	12,0	18,0	12,0	13,0	15,0
	Máximo	51,0	29,0	34,0	51,0	38,0
	Mediana	23,5	22,0	21,0	26,5	27,0

Las diferencias son estadísticamente significativas ($p = 0,007$).

Índice PAR postratamiento e índice C-R Eval

El gráfico de dispersión (Gráfico 18) ha revelado también una asociación de magnitud similar al caso anterior ($r = 0,438$; $p < 0,001$).

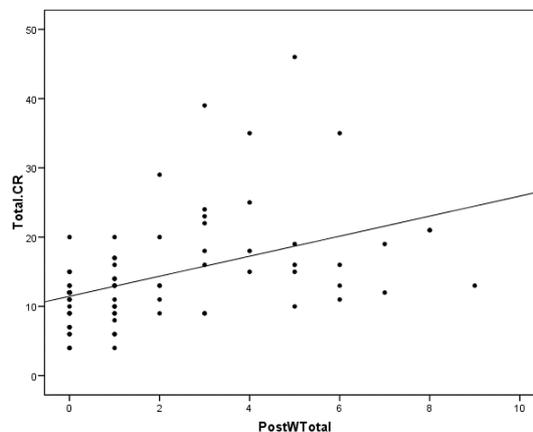


Gráfico 18. Correlación entre el índice PAR post y el índice C-R Eval.

La tabla 55 muestra la valoración del índice C-R Eval según la mejoría del índice PAR.

Tabla 55. Valoración del índice C-R Eval según mejoría del índice PAR

	MEJORÍA ÍNDICE PAR					
	Total		Moderada (30 – 0%)		Grande (> 70%)	
	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	2	100,0 %	70	100,0 %
No admisible	5	6,9 %	0	0,0 %	5	7,1 %
Depende objetivos del tratamiento y perfil facial	6	8,3 %	0	0,0 %	6	8,6 %
Admisible	61	84,7 %	2	100,0 %	59	84,3 %

La tabla 55 evidencia que entre los pacientes que han experimentado una gran mejoría del índice PAR, el 84,3 % son clasificados como admisibles. Se dan únicamente 2 casos con mejoría moderada y ambos son admisibles.

Índice de discrepancia e índice C-R Eval

El coeficiente de correlación de Pearson es 0,412. Se trata, por tanto, de una asociación moderada. El contraste sobre la nulidad del parámetro proporciona un $p < 0,001$. En el gráfico siguiente se visualiza cómo los datos muestran una clara tendencia lineal. Se ha superpuesto la recta de regresión para facilitar la interpretación.

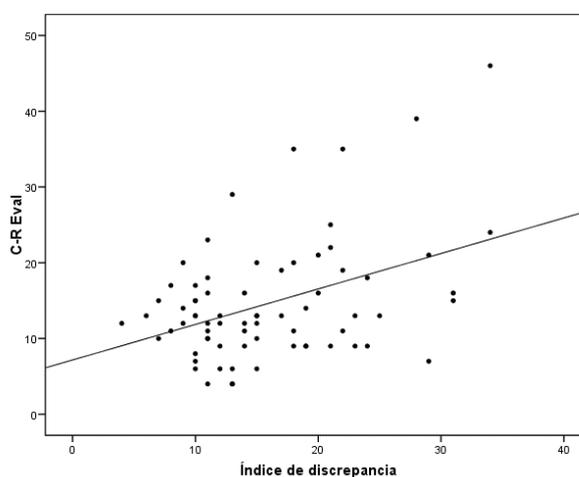


Gráfico 19. Correlación entre el índice de discrepancia y el índice C-R Eval.

La ecuación de regresión permite estimar el valor del índice C-R Eval que debería tener un paciente en función de su índice de discrepancia:

$$\text{Índice CR Eval} = 7,17 + 0,47 \text{ Índice de discrepancia}$$

donde se estima que por cada punto adicional en el índice de discrepancia existe un aumento de 0,47 puntos en el índice C-R Eval ($p < 0,001$).

La tabla 56 muestra la valoración del índice C-R Eval según el índice de discrepancia. En esta tabla se observa que de los cinco casos clasificados como no admisibles, cuatro de ellos se corresponden con una dificultad moderada-alta o alta. Existe una relación estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre la complejidad del caso ortodóncico y los resultados finales del tratamiento.

Tabla 56. Valoración del índice C-R Eval según el índice de discrepancia.

	VALORACIÓN ÍNDICE DISCREPANCIA									
	Total		Dificultad baja		Dificultad moderada-baja		Dificultad moderada-alta		Dificultad alta	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Total	72	100,0 %	4	100,0 %	39	100,0 %	20	100,0 %	9	100,0 %
No admisible	5	6,9 %	0	0,0 %	1	2,6 %	2	10,0 %	2	22,2 %
Depende objetivos y perfil facial	6	8,3 %	0	0,0 %	1	2,6 %	2	10,0 %	3	33,3 %
Admisible	61	84,7 %	4	100,0 %	37	94,9 %	16	80,0 %	4	44,4 %

7. DISCUSIÓN

Índices de maloclusión

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como el estado completo de bienestar físico, mental y social; y no solamente la ausencia de enfermedad. Así mismo, define la enfermedad como la alteración estructural o funcional que afecta negativamente al estado de bienestar (OMS 2005). Hollenberg (1995) considera que la maloclusión dental podría considerarse como una enfermedad, ya que altera el equilibrio de cualquier componente del aparato estomatognático como la estructura dental, la estructura ósea o el factor neuromuscular.

Con el fin de poder medir el grado de severidad de una enfermedad y poder establecer unos límites superiores e inferiores definidos, que además puedan aportar información de carácter cualitativo, se han creado unos instrumentos denominados índices (Cuenca y cols. 1991, Wilkins 1999). Tal y como se ha definido, un índice se debe caracterizar por ser válido, objetivo, reproducible, sencillo y flexible (Baca-García 2002). Desde un punto de vista odontológico se han desarrollado numerosos índices que nos permiten cuantificar la severidad de una determinada enfermedad, como el índice CAO propuesto por Klein y cols. en 1938 que nos permite evaluar de forma rápida y sencilla la caries dental; o el índice de la enfermedad periodontal de Ramfjord (Ramfjord 1967). A nivel oclusal, se han descrito índices tales como el índice de estética dental (*Dental Aesthetic Index*) y el índice de necesidad de tratamiento ortodóncico (*Index of Orthodontic Treatment Need*).

En el siglo XIX hubo numerosos autores que trataron de clasificar las anomalías dentofaciales como Joseph Fox, Friedrich Christoph Kneisel o George Carabelli (Baca y cols. 1992). Sin embargo, no fue hasta principios del siglo XX cuando Edward Hartley Angle confeccionó una clasificación que fuera universalmente aceptada y que continúa vigente hoy en día (Angle 1899).

Posteriormente, desde mediados del siglo XX a principios del siglo XXI se emplean índices con diferentes objetivos como pueden ser: cuantificar la severidad de las alteraciones craneofaciales (Pruzansky 1969); determinar la extensión de fisuras faciales (Tessier 1976); determinar la necesidad de tratamiento ortodóncico (Han y Davidson 2001, Shaw y cols. 1995, Järvinen 2001) (sobre todo en países como Estados Unidos o del norte de Europa donde es necesario determinar el acceso al tratamiento público de

ortodoncia) o evaluar la efectividad del tratamiento ortodóncico (Tang y Wei 1990). Existen numerosos índices de maloclusión que se han creado especialmente en la segunda mitad del siglo XX como el *Malalignment Index* (Van Kirk 1959), el *Handicapping Labio-lingual Deviation* (Draker 1960), el *Treatment Priority Index* (Grainger 1967) o el *Index of Orthodontic Treatment need* (Brook y Shaw 1989).

Entre los índices más empleados para determinar la prevalencia de las maloclusiones y la necesidad de tratamiento ortodóncico destacan el índice de estética dental (*Dental Aesthetic Index*) y el índice de necesidad de tratamiento ortodóncico (*Index of Orthodontic Treatment Need*). En la literatura científica, existen múltiples estudios que recurren a dichos índices. En España se han realizado en los últimos 30 años múltiples estudios sobre la necesidad de tratamiento ortodóncico. En 1987, Carol-Murillo y Álvarez-Sánchez realizaron un estudio sobre 984 pacientes con una edad comprendida entre los 11 y los 16 años y constataron una necesidad de tratamiento ortodóncico del 20,5 %. En 1998, Murcia y Bravo llevan a cabo un estudio sobre 420 pacientes con una edad entre los 13 y los 16 años de edad. En este caso observaron una necesidad de tratamiento de ortodoncia del 48,5 %. En otro estudio (Bravo-Pérez y cols. 2006) sobre 540 pacientes de 15 años de edad se detectó una necesidad de tratamiento del 11,9 %.

Además de en España, en otros países también se contemplan índices de necesidad de tratamiento variables. En el Líbano, en un estudio prospectivo (Omer y cols. 2016) realizado en 150 pacientes (81 hombres y 69 mujeres) con una edad que oscila entre los 11 y los 18 años de edad se ha observado una necesidad de tratamiento ortodóncico del 31,3 %. Estos resultados se encuentran en consonancia (32,6 %) con otro estudio (Bernabé y Flores-Mir 2006) realizado en una población peruana de 267 pacientes con una edad comprendida entre los 16 y los 25 años. Sin embargo, en otro estudio (Hamamci y cols. 2009) realizado en Turquía sobre 841 pacientes (522 hombres y 322 mujeres) con una edad que oscila entre los 17 y los 26 años se han manifestado necesidades de tratamiento un tanto inferiores (21,5 %). De lo anterior se puede deducir que aproximadamente entre una quinta y una tercera parte de la población requiere algún tipo de tratamiento de ortodoncia.

Metodología

Nuestro trabajo se trata de un estudio de cohortes retrospectivo, analítico y a doble ciego.

Cegamiento

El cegamiento es una condición impuesta sobre un procedimiento específico para tratar de guardar el conocimiento del tratamiento asignado, el curso del tratamiento o las observaciones previas (Schulz y Grimes 2002). El cegamiento previene determinados sesgos en las diversas etapas del estudio y protege la secuencia después de la asignación al grupo de tratamiento. A este respecto, existen básicamente cuatro niveles de cegamiento (Lazcano-Ponce 2004):

- No cegamiento: ensayo en el que investigadores y participantes conocen el tratamiento asignado.
- Simple ciego: una de las tres categorías de individuos, normalmente participantes, desconoce el tratamiento asignado a lo largo del desarrollo del estudio.
- Doble ciego: participantes e investigadores desconocen el tratamiento asignado. En ocasiones se extiende a otras personas relacionadas con el ensayo.
- Triple ciego: dícese de un ensayo a doble ciego que mantiene blindado el análisis de los datos hasta una etapa determinada del estudio.

En el presente estudio se ha realizado un cegamiento doble en el cual tanto el investigador como quien analiza los datos desconocen qué tipo de tratamiento recibe cada paciente.

Cuando los resultados de una investigación se derivan de una serie de mediciones, es imprescindible que estas se caractericen por tener validez, objetividad, fiabilidad, sencillez y flexibilidad (Baca-García y cols. 2002). La fiabilidad de los instrumentos de medida son aspectos fundamentales en las ciencias de la salud. Ello implica que el acierto en las decisiones depende de la calidad de estas mediciones (Carrasco y Jover

2004). En el presente estudio la muestra se ha obtenido de diversas clínicas dentales, por ello tiene la ventaja de obtener una muestra lo suficientemente grande como para tener un tamaño muestral importante. En este estudio se compara la calidad de la terminación de los tratamientos ortodóncicos realizados con la técnica lingual y la técnica vestibular así como la complejidad de la maloclusión en 72 pacientes. Tanto es así, que este estudio presenta una potencia estadística del 83 %, y según nuestro conocimiento, tenemos el mayor tamaño muestral hasta la fecha. Un estudio con un número pequeño de pacientes conlleva un riesgo importante, ya que no permite demostrar diferencias cuando estas realmente existen. Por tanto, al presentar un tamaño muestral importante, conseguimos reducir el margen de error e incrementamos el nivel de confianza.

El éxito de toda intervención se fundamenta en la obtención de información de calidad sobre el problema que se pretende abordar; la cual se obtiene habitualmente a partir de experiencias y estudios previos realizados en escenarios y poblaciones más o menos similares, susceptibles de haber sido influenciados en mayor o menor medida por eventuales errores (Schlesselman 1982). Estos errores pueden originarse de forma aleatoria, por azar; o de forma sistemática, que impactan en la veracidad del fenómeno en estudio. A estos errores se les denomina sesgos y su importancia radica en que afectan la validez interna de un estudio e invalidan de alguna forma los resultados de la investigación (Manterola y Otzen 2015).

Los sesgos más frecuentes que afectan a la validez de un estudio se pueden clasificar en tres categorías (Manterola y Otzen 2015):

- Sesgos de selección: se generan durante la selección o el seguimiento de la población en estudio. Pueden ocurrir en cualquier tipo de diseño de estudio, sin embargo, ocurren con mayor frecuencia en series de casos retrospectivas, estudios de casos y controles, de corte transversal y de aplicación de encuestas. Dicho tipo de sesgo ocurre cuando hay un error sistemático en los procedimientos utilizados para seleccionar a los sujetos del estudio (Restrepo-Sarmiento y Gómez-Restrepo 2004). Se debe a diferencias sistemáticas entre las

características de los sujetos seleccionados para el estudio y las de los individuos que no se seleccionaron.

- Sesgos de información o de medición: se originan durante los procesos de medición en la población en estudio. Ocurre cuando se produce un defecto al medir la exposición o la evolución que genera información diferente entre los grupos que se comparan (precisión). Se debe a errores cometidos en la obtención de la información que se precisa una vez que los sujetos elegibles forman parte de la muestra del estudio.
- Sesgos de confusión o mezcla de efectos: ocurren por la imposibilidad de comparar los grupos en estudio. Es un sesgo que ocurre cuando la medición del efecto de una exposición sobre un riesgo se modifica debido a la asociación de dicha exposición con otro factor el cual influye sobre la evolución del resultado en estudio. Este factor se denomina variable de confusión. Afecta a todo tipo de estudios observacionales y se puede prevenir en la etapa del diseño del estudio o controlar en la etapa del análisis de datos mediante la aplicación de estrategias estadísticas que tiendan a obtener una estimación no distorsionada sobre el efecto en estudio (Dawson y cols. 1994).

En nuestro estudio se ha pretendido minimizar en la medida de lo posible estos sesgos mediante:

- El cegamiento doble tanto del investigador durante el proceso de medición como del análisis de datos.
- La calibración del observador que reduce la posibilidad de introducir sesgos de medición en el estudio.
- Error del método que muestra la calidad de las mediciones.

Evaluación del error intra-observador

Cualquier estudio ha de garantizar la calidad de sus mediciones, no solo porque condicionará en gran medida la validez de sus conclusiones, sino por la importancia de las decisiones clínicas que se apoyen en esa investigación (Sackett 1992). A su vez la calidad de una medida depende de su validez, tal y como ya hemos comentado, además de su constatable fiabilidad.

En un estudio de la fiabilidad pueden valorarse los siguientes aspectos (Argimon-Pallás y Jiménez-Villa 2004):

- Repetibilidad: indica hasta qué punto un instrumento proporciona resultados similares cuando se aplica a una misma persona en más de una ocasión, pero en idénticas condiciones.
- Concordancia intra-observador: tiene por objetivo evaluar el grado de regularidad al efectuar la medición de un observador consigo mismo.
- Concordancia inter-observador: se refiere a la medición entre dos observadores distintos cuando evalúan una misma medida en un mismo individuo.
- Concordancia entre métodos de medición: cuando existen diferentes métodos de medida para un mismo fenómeno es interesante estudiar hasta qué punto los resultados obtenidos con ambos instrumentos son equivalentes.

Con frecuencia es el cálculo del coeficiente de correlación lineal (r) de Pearson el más recurrido como índice de concordancia. Sin embargo, no resulta una medida adecuada del grado de acuerdo entre dos mediciones ya que si dos instrumentos miden sistemáticamente cantidades diferentes el uno del otro, la correlación puede ser perfecta ($r=1$) a pesar de que la concordancia sea nula (Pita-Fernández y Pértegas-Díaz 2004).

Otro índice utilizado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica es el llamado coeficiente de correlación intraclase (Fleiss 1986, Hernández-Aguado y cols. 1990, Prieto y cols. 1998). Dicho coeficiente estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles y, por lo tanto, evita el problema de la dependencia del orden

del coeficiente de correlación. Así mismo, extiende su uso al caso en el que se disponga de más de dos observaciones por sujeto.

Otra forma de evaluar la concordancia entre dos sistemas de medida es la propuesta por Bland y Altman en 1986. Se trata de un método que consiste en representar gráficamente las diferencias entre dos mediciones frente a su media y que además proporciona unos límites de concordancia a partir del cálculo del intervalo de confianza para la diferencia de dos mediciones. En otros estudios recientes (Nouri y cols. 2014, Sharma y cols. 2014, Porto y cols. 2014, Menéndez 2016, Bichara y cols. 2016, Kragt y cols. 2016, Cadenas-Perula y cols. 2016) se ha cuantificado el error intra-observador del mismo modo que en nuestro estudio.

Índice PAR

El *Peer Assessment Rating* (PAR) (Richmond y cols. 1992) nos permite contrastar el grado de éxito del tratamiento de ortodoncia y predecir la gravedad de un caso. El índice PAR es comúnmente empleado por su objetividad, su validez y su reproducibilidad (Richmond y cols. 1992, De Guzman y cols. 1995, Firestone y cols. 2002) y se ha utilizado ampliamente en Europa (O'Brien y cols. 1993, Kerr y cols. 1993, Fox 1993, Otuyemi y Jones 1995). Ha demostrado tener una buena fiabilidad intra e inter-examinador con unos coeficientes de correlación intraclase de 0,95 y 0,91, respectivamente (Richmond y cols. 1992). La medición del índice PAR se realiza a partir de los modelos de estudio tomados antes y después del tratamiento.

En un estudio llevado a cabo sobre 40 pacientes tratados con ortodoncia vestibular se observó una media de índice PAR de 30 para los modelos analizados antes del tratamiento, y de 7 para los modelos analizados después del tratamiento. El porcentaje medio de mejoría de estos pacientes fue del 77 %, lo que indica un nivel de tratamiento alto (Ponduri y cols. 2011), ya que una mejoría superior al 70 % se considera un nivel de tratamiento alto. En un estudio (Dyken y cols. 2001) en el que se ha empleado la medición del índice PAR sobre 54 modelos, se ha observado que los modelos con un índice alto antes del tratamiento presentan una mayor reducción del índice después del tratamiento y, por tanto, mayor porcentaje de mejoría cuanto más largo es el tratamiento a excepción de la medición del índice oclusal. En otro estudio (Chalabi y cols. 2015)

sobre 50 pacientes se ha advertido que el 42 % presentaba una gran mejoría con una diferencia de más del 70 % entre la medición pretratamiento y la medición postratamiento.

El 58 % presentaba una diferencia entre ambas mediciones de entre el 30 y el 70 %. En un estudio (Bichara y cols. 2016) se ha llevado a cabo la medición del índice PAR en una muestra de 45 pacientes tratados con ortodoncia vestibular. La puntuación media pretratamiento es de $30,28 \pm 12,28$ puntos, y la puntuación media postratamiento de $2,95 \pm 2,17$ puntos. Estas diferencias son estadísticamente significativas ($p = 0,029$) y muestran una gran calidad de los tratamientos.

En un estudio reciente (Deguchi y cols. 2015) han recurrido a la medición del índice PAR para la comparación de 24 pacientes tratados con ortodoncia lingual y 25 pacientes tratados con ortodoncia vestibular. En las mediciones pretratamiento, la puntuación media para el grupo de pacientes con ortodoncia vestibular fue de $25 \pm 9,6$ y para los pacientes con ortodoncia lingual de $28 \pm 7,2$. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de tratamiento. En las mediciones postratamiento el tiempo medio del grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular ha sido de $29,4 \pm 5,6$ meses; y de $32,5 \pm 6,7$ meses para los pacientes tratados con ortodoncia lingual. Estos resultados tampoco han sido estadísticamente significativos. Sin embargo, si comparamos los resultados obtenidos en cada uno de los dos grupos de forma independiente, las diferencias entre las mediciones pre y postratamiento para el grupo de pacientes tratados con ortodoncia vestibular son estadísticamente significativas en las variables: segmentos anterosuperiores y anteroinferiores, oclusión bucal anteroposterior y transversal, resalte y sobremordida. Para el grupo de pacientes tratados con ortodoncia lingual, las variables estadísticamente significativas son: segmentos anterosuperiores y anteroinferiores, oclusión bucal anteroposterior y transversal, resalte, sobremordida y la línea media. En el presente estudio se ha realizado la medición del índice PAR comparando 30 pacientes tratados con ortodoncia lingual y 42 pacientes tratados con ortodoncia vestibular. En las mediciones pretratamiento, tanto para la ortodoncia vestibular como lingual los resultados van en la misma línea que los estudios de Deguchi y cols. (2015) y Bichara y cols. (2016). La reducción observada entre la medición pre y postratamiento, en cada uno de los dos grupos de forma independiente, es estadísticamente significativa para

ambos grupos de tratamiento ($p < 0,001$). Con respecto a los resultados obtenidos en los parámetros individuales resulta imposible una comparación con nuestro estudio debido a la escasa literatura científica de este tema y a la ausencia de una descripción detallada en los pocos estudios encontrados.

En el presente estudio los pacientes tratados con ortodoncia lingual tienen un índice PAR significativamente superior a los tratados con ortodoncia vestibular. Lo cual indica que puesto que el índice PAR se ha utilizado específicamente para medir el grado de mejoría de cada tipo de tratamiento ortodóncico estudiado, la ortodoncia lingual es, al menos, igual de eficaz que la ortodoncia vestibular. Se observa mejoría en todos los pacientes estudiados (un 95 % en los pacientes tratados con ortodoncia vestibular, y un 100 % en aquellos tratados con ortodoncia lingual). Esta diferencia en los resultados podría deberse al gran valor que da el índice PAR al resalte, el cual multiplica por 6, lo que podría explicar que los resultados de la ortodoncia lingual sean más favorables.

Estas diferencias también podrían deberse a que los pacientes que han requerido ortodoncia lingual presentan unas expectativas más altas en cuanto al tratamiento. Esto puede significar que dichos pacientes son más exigentes durante el tratamiento, lo que conllevaría además que la reducción del índice PAR fuera mayor y que los tiempos de tratamiento fuesen más prolongados en la ortodoncia lingual en comparación con la vestibular. La colocación de la aparatología por la cara lingual facilita al paciente la visión de los dientes por la cara vestibular y esto podría aumentar la exigencia del paciente por visualizar los dientes con mayor facilidad, algo que es más difícil con la aparatología colocada en vestibular. En las mediciones postratamiento observamos valores similares en ambos tipos de tratamiento, donde los casos tratados con ortodoncia lingual parten de un valor mayor en el índice PAR, y alcanzan valores similares al compararlo con los casos tratados con ortodoncia vestibular. Ello indica que desde el punto de vista de tratamiento, la ortodoncia lingual es tan efectiva como la ortodoncia vestibular. Otro aspecto a tener en cuenta es que en los tratamientos con ortodoncia lingual se utilizan arcos personalizados de terminación, lo que podría favorecer el detallado final del caso.

Índice de discrepancia

El índice de discrepancia (DI por sus siglas en inglés) permite valorar de forma objetiva la complejidad del caso (Casko y cols. 1994, Canigliosi y cols. 2004). En un estudio retrospectivo (Cansunar y Uysal 2014) sobre 1693 casos (840 hombres y 853 mujeres) se han observado resultados estadísticamente significativos en los siguientes componentes del índice de discrepancia: sobremordida ($p = 0,017$), mordida abierta lateral ($p = 0,049$), apiñamiento ($p = 0,012$), mordida cruzada posterior bucal ($p = 0,003$) y otros ($p = 0,015$). La media de la puntuación en el índice de discrepancia indicada es de 16,2.

En otro estudio (Chaison y cols. 2011) sobre 35 pacientes adultos se observa que hasta el 97 % de pacientes presentaban una puntuación alta (de 26 puntos o más). En un estudio (Parrish y cols. 2011) sobre 732 pacientes (297 hombres y 435 mujeres) con una edad media de $19 \pm 9,35$ años llama la atención los resultados estadísticamente significativos en los componentes del índice de discrepancia: resalte ($p = 0,022$), sobremordida ($p = 0,012$), apiñamiento ($p = 0,016$), mordida cruzada posterior lingual ($p = 0,010$), datos cefalométricos ($p = 0,013$) y otros ($p = 0,011$).

En otro estudio (Pulfer y cols. 2009) sobre 716 pacientes se ha obtenido una puntuación media del índice de discrepancia de $15,7 \pm 10,6$. Estos resultados están en consonancia con nuestro estudio ($16,3 \pm 7,3$ en pacientes con ortodoncia vestibular y $15,4 \pm 6,6$ en pacientes tratados con ortodoncia lingual) y con los encontrados en otros estudios como el de Vu y cols. en el año 2008, que obtuvieron una puntuación media de 15,3, o con Schafer y cols. en el 2011 con una puntuación media de 15,6. En otro estudio (Vasilakou y cols. 2016) sobre 300 pacientes se ha observado una media del índice de discrepancia similar ($17,2 \pm 7$) a los encontrados en el presente estudio. En todos los casos de la presente tesis doctoral, tanto los tratados con ortodoncia vestibular como los tratados con ortodoncia lingual, tenían una complejidad inicial de maloclusión similar y por tanto se trata de dos grupos de estudio comparables desde un punto de vista objetivo. Los resultados del índice PAR pretratamiento indican que los casos tratados con ortodoncia lingual parten de una complejidad inicial mayor; la correlación entre el índice PAR pretratamiento y el índice de discrepancia, según el coeficiente de

correlación de Pearson, es moderada ($R = 0,40$). Por tanto, la proporción de varianza compartida entre los dos índices es de solo el 16 %.

En cuanto a la relación existente entre la complejidad inicial del caso ortodóncico y los resultados finales obtenidos, se observa que conforme aumenta la dificultad del caso existe un aumento del número de casos no admisibles por la ABO. Es decir, existe por tanto una relación estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre la complejidad del caso ortodóncico y los resultados finales del tratamiento.

Índice C-R Eval

El índice de evaluación objetiva de modelos y radiografías panorámicas (C-R Eval) nos permite evaluar el resultado final del tratamiento ortodóncico (Casko y cols. 1998, ABO 2015). Según la puntuación obtenida los casos pueden ser o no admitidos por la ABO. Aquellos casos con menos de 20 puntos son admitidos, los casos con más de 30 puntos no son admitidos y los que tienen entre 21 y 30 puntos se admiten dependiendo de los objetivos del tratamiento y del perfil facial.

En un estudio (Chalabi y cols. 2015) sobre 50 pacientes se ha observado que el 62 % presentaba una puntuación superior a los 30 puntos por lo que, según la ABO, no son admisibles. Tan solo el 8 % presentaba una puntuación inferior a 20 puntos, y por tanto se considerarían admisibles por la ABO; y el 30 % recibió una puntuación entre 21 y 30 puntos, por lo que se admitirían dependiendo de los objetivos del tratamiento.

En otro estudio (Cansunar y Uysal 2014) sobre 1.693 pacientes (840 hombres y 853 mujeres) los resultados son estadísticamente significativos en los componentes: alineamiento, inclinación bucolingual, contactos oclusales y angulaciones radiculares. A diferencia del estudio realizado por Chalabi y cols., en este estudio se ha dado un 61,8 % de casos admisibles por la ABO, un 29,2 % con un puntuación entre 21 y 30 puntos y tan solo un 9 % de casos con una puntuación superior a los 30 puntos. La media de la puntuación del índice C-R Eval ha sido de 18. En un estudio (Chaison y cols. 2011) sobre 35 pacientes adultos se ha advertido que al 63 % de casos se le adjudicaba una puntuación de 20 puntos o menos por lo que eran casos admisibles por la ABO.

Los índices representan diferentes maneras de medir la dificultad o el resultado final del caso, por lo que es importante determinar en qué grado sus valoraciones concuerdan o están relacionadas. Aunque se han observado resultados positivos en la correlación del índice PAR con otros índices (Pulfer y cols. 2009, Kaygisiz y cols. 2016), otros estudios (Hong y cols. 2014, Chalabi y cols. 2015) han recalcado la falta de correlación entre el índice PAR y el índice C-R Eval. En nuestro estudio, la correlación entre el índice PAR postratamiento y el índice C-R Eval es moderada ($R = 0,43$). Por tanto, solo comparten el 18 % de sus resultados.

Chalabi y cols. determinaron que mientras para el índice PAR todos los pacientes que analizaron presentaban “mejoría” o una “gran mejoría”; el 62 % de los casos no eran admitidos por la ABO a pesar de haber sido calificados con una puntuación final de 30 puntos o más. En nuestro estudio, la correlación entre el índice PAR postratamiento y el índice C-R Eval muestra que de los pacientes que han experimentado una gran mejoría en el índice PAR, el 84,3 % son clasificados como admisibles.

Si analizamos la muestra distribuyéndola según los grupos de tratamiento, de los 30 casos de ortodoncia lingual estudiados obtenemos que un 90 % de casos son admisibles por la ABO mientras que un 10 % de los casos únicamente se admiten dependiendo de los objetivos del tratamiento. No se ha evidenciado ningún caso de ortodoncia lingual no admisible por la ABO. En cuanto a los 42 casos tratados con ortodoncia vestibular, el 81 % son admisibles por la ABO, el 7,1 % se admiten dependiendo de los objetivos del tratamiento y un 11,9 % de casos no son admitidos por la ABO.

Recientemente se ha diseñado un nuevo sistema de medición denominado índice ICO (*Improvement and Completion of Outcome*) (Hong y cols. 2016). Aunque este nuevo sistema de medición no ha sido constatado en la presente tesis doctoral, podemos señalar que se caracteriza porque analiza 16 criterios diferentes de 4 grupos bien diferenciados: relación dental, relación antero-posterior, relación vertical y relación transversal. En la relación dental se lleva a cabo la medición de la discrepancia en la longitud de arcada (en milímetros), número de dientes con irregularidades (dientes que no sigan la línea de oclusión) y la medición cefalométrica del ángulo del incisivo superior con respecto a la base del cráneo y el ángulo del incisivo inferior con respecto

al plano mandibular. En la relación antero-posterior se realiza la medición del resalte, de la clase molar y del ángulo ANB.

En la relación vertical se mide la sobremordida, número de dientes con mordida abierta anterior, número de dientes con mordida abierta lateral y la medición del ángulo entre el plano mandibular y la base del cráneo. En la relación transversal se analiza la desviación de la línea media, desviación del mentón, número de dientes con mordida cruzada posterior e inclinación del plano oclusal. Mediante estas mediciones se evalúa el grado de maloclusión antes del tratamiento ortodóncico y el grado de mejoría y el nivel de terminación del mismo. Las mediciones se llevan a cabo tanto en los modelos de estudio como en las pruebas radiográficas complementarias y en las fotografías intraorales. Precisamente el uso de las fotografías intraorales es el elemento diferenciador entre este nuevo índice y los índices PAR y C-R Eval. Este nuevo sistema de medición podría reemplazar a los índices utilizados en el presente estudio puesto que solventa sus inconvenientes y mejora las mediciones.

Los pacientes tratados con ortodoncia lingual muestran unos valores inferiores en el índice C-R Eval en comparación con los tratados con ortodoncia vestibular. Esto nos indica que existe un mayor porcentaje de casos tratados con ortodoncia lingual admitidos por la ABO (90 %, en comparación con el 81 % de casos tratados con ortodoncia vestibular admitidos por la ABO). Si tenemos en cuenta que, según el índice de discrepancia, la complejidad inicial es similar en ambos grupos de tratamiento, podemos deducir que ambas técnicas de tratamiento son igualmente viables. Existen varios factores que pueden explicar la razón por la cual existe un mayor porcentaje de casos de ortodoncia lingual admitidos por la ABO. Generalmente, los pacientes que solicitan un tratamiento con ortodoncia lingual presentan una alta demanda estética, superior a los pacientes tratados con ortodoncia vestibular (Fujita 1979). Por otro lado, un paciente con mayor expectativa en cuanto a la estética es más estricto con los resultados del tratamiento. Además, la mayor dificultad técnica de la ortodoncia lingual puede estar relacionada con una mayor exigencia también por parte del ortodoncista, por lo que es más comprensible que estos factores sirvan para tratar de cumplir con los criterios de la ABO (aún cuando pudiera ser incluso de forma inconsciente).

Ninguno de los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral nos permite inclinar la balanza a favor de alguna de las técnicas de ortodoncia estudiadas. Por lo que tanto la técnica de ortodoncia vestibular como la técnica lingual son igualmente efectivas desde un punto de vista de los resultados del tratamiento. No obstante, existen otros factores que pueden determinar que un paciente escoja un tipo de tratamiento u otro. Estos factores pueden ser económicos, puesto que el tratamiento con ortodoncia lingual se encarece más debido, entre otros factores, a los procesos de fabricación industrial y a un manejo clínico más laborioso. Aquellos pacientes que sean más exigentes con el factor estético darán mayor prioridad a la ortodoncia lingual ya que la visibilidad de estas brackets es mucho menor. Otro factor que puede determinar que un paciente se incline por un tipo de tratamiento u otro son los efectos adversos que pudiese desarrollar durante el tratamiento ortodóncico tales como el dolor, la dificultad para comer o hablar, dificultad para mantener la higiene oral o el posible riesgo de desarrollar lesiones de caries. En una revisión sistemática reciente (Ata-Ali y cols. 2016) se ha concluido que los pacientes con ortodoncia lingual presentan más problemas para mantener la higiene oral que los pacientes tratados con ortodoncia vestibular. En un estudio (Abellán y cols. 2016) se ha observado que los pacientes portadores de ortodoncia lingual tienen un incremento significativo del recuento de bacterias periodontopatógenas como el *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans*. En otro estudio (Kim y cols. 2016) sobre 54 pacientes que analiza los cambios de los patógenos periodontales en la saliva después de la finalización del tratamiento de ortodoncia con aparatología fija, se observó que todos los parámetros periodontales mejoraron a la semana de la retirada de las brackets. Sin embargo, los niveles salivales del recuento bacteriano total y de *Porphyromonas Gingivalis* disminuyeron a las 5 semanas de la retirada de las brackets.

8. CONCLUSIONES

- La ortodoncia lingual y la ortodoncia vestibular presentan una calidad de terminación similar. Los datos no nos permiten rechazar la primera hipótesis nula.
- La dificultad media de ambos grupos de tratamiento es similar. Los datos no nos permiten rechazar la segunda hipótesis nula.
- Los datos sugieren una mayor exigencia de los pacientes que eligen la ortodoncia lingual que podría influir en la terminación de los tratamientos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abellán R, Gómez C, Oteo MD, Scuzzo G, Palma JC. (2016) Short- and Medium-Term Effects of Low-Level Laser Therapy on Periodontal Status in Lingual Orthodontic Patients. *Photomed Laser Surg.* 34:284-90.
- Alexander CM, Alexander RG, Gorman JC, Hilgers JJ, Kurz C, Scholz RP, Smith JR. (1982) Lingual orthodontics. A status report. *J Clin Orthod*, 16:255-62.
- Aliaga-Del Castillo A, Mattos-Vela MA, Aliaga-Del Castillo R, Del Castillo-Mendoza C. (2011) Malocclusions in children and adolescents from villages and native communities in the Ucayali Amazon region in Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 28:87-91.
- American Board of Orthodontics (ABO). (1998) Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:589-599.
- American Board of Orthodontics (ABO). (2015) Disponible en: <https://www.americanboardortho.com/>. Acceso: Diciembre 2015.
- Anderson G (1960). *Practical Orthodontics*. 9th Edición, The Mosby Co St Louis Mi USA, 738.
- Andreasen GF and Brady PR. (1972) A use hypothesis for 55 Nitinol wire for orthodontics. *Angle Orthod*, 42:172-7.
- Andrews LF. (1972) The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod*, 62:296-309.
- Andrews LF. (1976) The straight-wire appliance, origin, controversy, commentary. *J Clin Orthod*, 10:99-114.
- Angle EH. (1899) Classification of the malocclusion. *Dental Cosmos*, 41:248-264, 350-357.
- Argimon-Pallás JM, Jiménez-Villa J. (2004) Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 3.a Ed. Madrid: Elsevier, 196-206.

- Arrieta P, Varela, M. (2009) Análisis de la maloclusión de una muestra de 4.047 pacientes ortodóncicos de la Comunidad de Madrid. *Rev Esp Ortod*, 39:67-74.
- Ata-Ali F, Ata-Ali J, Ferrer-Molina M, Cobo T, De Carlos F, Cobo J. (2016) Adverse effects of lingual and buccal orthodontic techniques: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 149:820-9.
- Baca A, Llodra JC, Baca P. (1992) Prevalencia de las maloclusiones determinación de las necesidades de tratamiento: un problema pendiente en ortodoncia. *Rev Esp Ortod*, 22: 157-166.
- Baca A. Ortodoncia Lingual. (1998) En: Bascones A. editor. *Tratado de Odontología*. Madrid: Trigo Ediciones, 2135-2149
- Baca-García A, Baca P, Bravo M, Baca A. (2002) Valoración y medición de las maloclusiones: Presente y futuro de los índices de maloclusión. Revisión bibliográfica. *Arch Odonto Estomatol*, 18:654-662.
- Bernabé E, Flores-Mir C. (2006) Orthodontic treatment need in Peruvian young adults evaluated through dental aesthetic index. *Angle Orthod*, 76:417-21.
- Bhatia SN, Sowray JH. (1984) A computer-aided design for orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 22:237-53.
- Bichara LM, Aragón ML, Brandão GA, Normando D. (2016) Factors influencing orthodontic treatment time for non-surgical Class III malocclusion. *J Appl Oral Sci*, 24:431-436.
- Bishara SE, Fehr DE. (1997) Ceramic brackets: something old, something new, a review. *Semin Orthod*, 3:178-88.
- Bland JM, Altman DG. (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1:307-10.
- Bravo-Pérez M, Casals Peidró E, Cortés Martinicorena FJ, Llodra Calvo JC. (2006) Encuesta de salud oral en España. *RCOE*; 11:409-456.

-
- British Orthodontic Society (BOS). (2015) Disponible en: <http://www.bos.org.uk/Professionals-Members/Research-Audit/Quality-Assurance-in-Orthodontics/The-Peer-Assessment-Rating-PAR-index>. Acceso: Diciembre 2015.
 - Broadbent BH. (1931) A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1:45-66.
 - Brodie AG. (1942) On the growth of the jaws and the eruption of the teeth. *Angle Orthod.* 3:109-123.
 - Brook PH, Shaw WC. (1989) The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod.* 11:309-20.
 - Burstone CJ, Goldberg AJ. (1980) Beta titanium: A new orthodontic alloy. *Am J Orthod.* 77:121-132.
 - Burstone CJ, Kuhlberg AJ. (2000) Fiber-reinforced composites in orthodontics. *J. Clin. Orthod.* 34:271-279.
 - Burstone CJ, Pryputniewicz RJ. (1980) Holographic determination of center of rotation produced by orthodontic forces. *Am J Orthod.* 77:396-409.
 - Burstone CJ, Qin B, Morton JY. (1985) Chinese NiTi wire-A new orthodontic alloy. *Am J Orthod.* 87:445-452.
 - Burstone CJ. (1981) Variable modulus orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 80:1-16.
 - Buso-Frost L, Fillion D. (2006) An overall view of the different laboratory procedures used in conjunction with lingual orthodontics. *Semin Orthod.* 12:203-210.
 - Cadenas-Perula M, Yañez-Vico RM, Solano-Reina E, Iglesias-Linares A. (2016) Effectiveness of biologic methods of inhibiting orthodontic tooth movement in animal studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 150:33-48.

- Cangialosi TJ, Riolo ML, Owens SE Jr, Dykhouse VJ, Moffitt AH, Grubb JE, Greco PM, English JD, James RD. (2004) The ABO discrepancy index: a measure of case complexity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125:270-8.
- Caniklioglu C, Oztürk Y. (2005) Patient discomfort: a comparison between lingual and labial fixed appliances. *Angle Orthod*, 75:86-91.
- Cansunar HA, Uysal T. (2014) Relationship between pretreatment case complexity and orthodontic clinical outcomes determined by the American Board of Orthodontics criteria. *Angle Orthod*, 84:974-9.
- Canut J. (1999) Biografía singular del bracket ideal. *Rev Esp Ortod*. 29:149-151.
- Canut J. (2000) *Ortodoncia clínica y terapéutica*. 2.a Ed. Barcelona: Editorial Masson, 71:156-63.
- Carol-Murillo J, Álvarez-Sánchez MT (1987). Epidemiología de las maloclusiones en la población escolar de Barcelona. *Ortod Esp*, 28,17-26.
- Carrasco JL, Jover L. (2004) Métodos estadísticos para evaluar la concordancia. *Med Clin (Barc)*. 1:28-34.
- Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, Damone J, James RD, Cangialosi TJ, Riolo ML, Owens SE Jr, Bills ED. (1998) Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. American Board of Orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:589-99.
- Casto FM. (1934) A historical sketch of orthodontia. *Dent Cosmos*, 76:111-34.
- Chalabi O, Preston CB, Al-Jewair TS, Tabbaa S. (2015) A comparison of orthodontic treatment outcomes using the Objective Grading System (OGS) and the Peer Assessment Rating (PAR) index. *Aust Orthod J*, 31:157-64.
- Chatoo A. (2013) A view from behind: a history of lingual orthodontics. *J Orthod*.;40 Suppl 1:S2-7.

- Cobo J, Martínez-Sicilia A, Noguerol B, Villa A, Durán J. (1990) Relación entre el estado periodontal y las maloclusiones en la población escolar de Oviedo. *Rev Esp Ortod*, 20:7-26.
- Cons NC, Jenny J, Kohout FJ, Songpaisan Y, Jotikastira D. (1989) Utility of the dental aesthetic index in industrialized and developing countries. *J Public Health Dent*. 49:163-6.
- Creekmore T. (1988) Precision placement of lingual and labial brackets. *J Am Ling Orthod Assoc*, 1:6-8.
- Creekmore T. (1989) Lingual orthodontics-its renaissance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:120-37.
- Cuenca E, Manau C, Serra L. (1991) *Manual de Odontología preventiva y comunitaria*. Masson S.A., Barcelona, 227-8.
- Dawson B, Trapp RG, Dawson-Saunders B. (1994) *Basic and Clinical Biostatistics*. 2nd ed. Norwalk, Appleton & Lange, 142-160.
- De Guzman L, Bahiraei D, Vig KW, Vig PS, Weyant RJ, O'Brien K. (1995) The validation of the Peer Assessment Rating index for malocclusion severity and treatment difficulty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 107:172-6.
- Deguchi T, Terao F, Aonuma T, Kataoka T, Sugawara Y, Yamashiro T, Takano-Yamamoto T. (2015) Outcome assessment of lingual and labial appliances compared with cephalometric analysis, peer assessment rating, and objective grading system in Angle Class II extraction cases. *Angle Orthod*, 85:400-7.
- Demling A, Dittmer MP, Schwestka-Polly R. (2009) Comparative analysis of slot dimension in lingual bracket systems. *Head Face Med*, 5:27.
- Dewey M. (1919) *Practical Orthodontia*. 4ta Ed. CV Mosby, St Louis Mi USA, 45-69.
- Downs WB. (1948) Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod*, 10:812-40.

- Draker HL. (1960) Handicapping labio-lingual deviation: A proposed index for public health purposes. *Am J Orthod*, 46:295-305.
- Durrer GT. (1967) Dr. Alfred Gysi. *Ann Dent*, 1:19-28.
- Dyken RA, Sadowsky PL, Hurst D. (2001) Orthodontic outcomes assessment using the peer assessment rating index. *Angle Orthod*, 71:164-9.
- Fillion D. (1998) The resurgence of lingual Orthodontics. *Clinical Impressions*, 7:2-9.
- Fillion D. (2010) Clinical advantages of the Orapix-straight wire lingual technique. *Int Orthod*, 8:125-51.
- Fink DF, Smith RJ. (1992) The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 102:45-51.
- Firestone AR, Beck FM, Beglin FM, Vig KW. (2002) Evaluation of the peer assessment rating (PAR) index as an index of orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 122:463-9.
- Fleiss JL. (1986) *The design and analysis of clinical experiments*. New York: Wiley, 7.
- Fox NA. (1993) The first 100 cases: a personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (peer assessment rating) index. *Br Dent J*. 24:290-7.
- Fritz U, Diedrich P, Wiechmann D. (2002) Lingual technique-patients' characteristics, motivation and acceptance. Interpretation of a retrospective survey. *J Orofac Orthop*, 63:227-33.
- Fujita K. (1979) New orthodontic treatment with lingual bracket mushroom arch wire appliance. *Am J Orthod*, 76:657-75.
- García-García VJ, Ustrell-Torrent JM, Sentís-Vilalta J. (2011) Evaluación de la maloclusión, alteraciones funcionales y hábitos orales en una población escolar: Tarragona y Barcelona. *Av Odontoestomatol*, 27:75-84.

- Gazit-Rappaport T, Haisraeli-Shalish M, Gazit E. (2010) Psychosocial reward of orthodontic treatment in adult patients. *Eur J Orthod*, 32:441-6.
- George RD, Hirani S. (2013) Fully-customized lingual appliances: how lingual orthodontics became a viable treatment option. *J Orthod*, 40:S8-13.
- Germane N, Bentley BE Jr, Isaacson RJ. (1989) Three biologic variables modifying faciolingual tooth angulation by straight-wire appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:312-9.
- Geron S, Romano R, Brosh T. (2004) Vertical forces in labial and lingual orthodontics applied on maxillary incisors - a theoretical approach. *Angle Orthod*, 74:195-201.
- Geron S, Romano R. (2001) El posicionamiento de los brackets en ortodoncia lingual: Revisión crítica de diferentes técnicas. *Ortodoncia Clínica*, 4:136-141.
- Geron S. (1999) The lingual bracket jig. *J Clin Orthod*, 33:457-63.
- Geron S. (2006) Finishing with Lingual Appliances, Problems, and Solutions. *Semin Orthod*, 12:191-202.
- Graber TM, Vanarsdall RL. (2003) *Ortodoncia Principios generales y Técnicas. Editorial Médica panamericana*; 3a ed, 625-694.
- Graber TM. (1946) Patient photography in orthodontics. *Angle Orthod*, 37:332-349.
- Grainger RM. (1967) *Orthodontic treatment priority index*. *Vital Health Stat* 2, 1-49.
- Hamamci N, Başaran G, Uysal E. (2009) Dental Aesthetic Index scores and perception of personal dental appearance among Turkish university students. *Eur J Orthod*, 31:168-73.
- Han H, Davidson WM. (2001) A useful insight into 2 occlusal indexes: HLD(Md) and HLD(CalMod). *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:247-53.

- Harris JE, Kowalski CJ. (1976) All in the family: use of familial information in orthodontic diagnosis, case assessment, and treatment planning. *Am J Orthod*, 69:493-510.
- Hellman M. (1942) Factors influencing occlusion. *Angle Orthod*, 12: 3-27.
- Hermanson PC, Grewe JM. (1970) Examiner variability of several malocclusion indices. *Angle Orthod*, 40:219-25.
- Hernández-Aguado I, Porta-Serra M, Miralles M, García-Benavides F, Bolúmar F. (1990) La cuantificación de la variabilidad en las observaciones clínicas. *Med Clin (Barc)*, 6:424-9.
- Hohoff A, Stamm T, Ehmer U. (2004) Comparison of the effect on oral discomfort of two positioning techniques with lingual brackets. *Angle Orthod*, 74:226-33.
- Hohoff A, Stamm T, Goder G, Sauerland C, Ehmer U, Seifert E. (2003) Comparison of 3 bonded lingual appliances by auditive analysis and subjective assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124:737-45.
- Holdaway RA. (1952) Bracket angulation as applied to the edgewise appliance. *Angle Orthod.*; 22:227–236.
- Hollenberg RW. (1995) Prevention of dental malocclusions in children. *J Gt Houst Dent Soc*, 66:36-41.
- Hong M, Kook YA, Kim MK, Lee JI, Kim HG, Baek SH. (2016) The Improvement and Completion of Outcome index: A new assessment system for quality of orthodontic treatment. *Korean J Orthod*, 46:199-211.
- Hong MH, Kook YA, Baek SH, Kim MK. (2014) Comparison of treatment outcome assessment for class I malocclusion patients: peer assessment rating versus American board of orthodontics-objective grading system. *J Korean Dent Sci*, 7:6-15.

-
- Huges SA. (1998) The customized lingual appliance set-up service (CLASS) System. In: Romano R. *Lingual Orthodontics*. Hamilton, London: Decker BC, 163-73.
 - Jarabak JR, Fizzell JA. (1963) *Technique and treatment with the light-wire appliances: light, differential forces in orthodontics*. St. Louis: Mosby, 243-58.
 - Järvinen S. (2001) Indexes for orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:237-9.
 - Jung MH. (2010) Evaluation of the effects of malocclusion and orthodontic treatment on self-esteem in an adolescent population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2:160-6.
 - Kassis A, Bou-Serhal J, Bassil-Nassif N. (2010) Malocclusion in Lebanese orthodontic patients: an epidemiology and analytic study. An observational retrospective study. *IAJD*, 1:35-43.
 - Kaygisiz E, Uzuner FD, Taner L. (2016) A Comparison of three orthodontic treatment Indices with regard to Angle classification. *J Clin Pediatr Dent*, 40:169-74.
 - Kerr WJ, Buchanan IB, McColl JH. (1993) Use of the PAR index in assessing the effectiveness of removable orthodontic appliances. *Br J Orthod*. 20:351-7.
 - Kim K, Jung WS, Cho S, Ahn SJ. (2016) Changes in salivary periodontal pathogens after orthodontic treatment: An in vivo prospective study. *Angle Orthod*. 86:998-1003.
 - Kim T, Baegi-sun, Cho J. (2000) New indirect bonding method for lingual orthodontics. *J Clin Orthod*, 34:348-50.
 - Kinaan BK, Burke PH. (1981) Quantitative assessment of the occlusal features. *Br J Orthod*, 8:149-56.
 - Klein H, Palmer CE, Knutson JW. (1938) Studies on dental caries. Dental status and dental needs of elementary school children. *U.S.Public-Health-Rep*, 53:751-65.

- Knösel M, Klang E, Helms HJ, Wiechmann D. (2014) Lingual orthodontic treatment duration: performance of two different completely customized multi-bracket appliances (Incognito and WIN) in groups with different treatment complexities. *Head Face Med*, 10:46.
- Kokich V. (1996) Esthetics: The orthodontic-periodontic restorative connection. *Semin Orthod*; 2:21-30.
- Kokich VG. (2003) Excellence in finishing: modifications for the perio-restorative patient. *Semin Orthod*, 9:184–203.
- Kragt L, Hermus AM, Wolvius EB, Ongkosuwito EM. (2016) Three-dimensional photographs for determining the Index of Orthodontic Treatment Need in scientific studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 150:64-70.
- Kusy RP, Whitley JQ. (1999) Assessment of second-order clearances between orthodontic archwires and bracket slots via the critical contact angle for binding. *Angle Orthod*. 1:71-80.
- Lawson RB. (2013) Extraction treatment in lingual orthodontics. *J Orthod*, 40 Suppl 1:S38-48.
- Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Ángeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. (2004) Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud Pública Méx*, 46:559-584.
- Mann A, Pankey L. (1963) The PM philosophy of occlusal rehabilitation. *Dent Clin North Am*, 612-617.
- Manterola C, Otzen T. Los sesgos en investigación clínica. (2015) *Int. J. Morphol*, 33:1156-1164.
- Martínez-Asúnsolo P. Plasencia E. (2004) Las 6 llaves de la oclusión de Andrews en 32 modelos con oclusiones ideales no tratadas. *Rev Esp Ortod*, 34:235-44.

-
- McCollum BB. (1960) The mandibular hinge axis and a method of locating it. *J Prosthet Dent*, 10:428.
 - McCrostie HS. (2006) Lingual orthodontics: The future. *Semin Orthod*, 12:211-214.
 - McGorray SP, Wheeler TT, Keeling SD, Yurkiewicz L, Taylor MG, King GJ. (1999) Evaluation of orthodontists' perception of treatment need and the peer assessment rating (PAR) index. *Angle Orthod*, 69:325-33.
 - McLaughlin RP, Bennet JC, Trevisi HJ. (2001) *Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóncico*. Madrid: Elsevier, 26-54
 - McLaughlin RP, Bennett JC. (2003) Finishing with the preadjusted orthodontic appliance. *Semin Orthod*, 165-183.
 - McNamara JA. (1986) Utility arches. *J Clin Orthod*, 20:452-6.
 - Menéndez LP. (2016) Comparing Methods to Assess Intraobserver Measurement Error of 3D Craniofacial Landmarks Using Geometric Morphometrics Through a Digitizer Arm. *J Forensic Sci*. doi: 10.1111/1556-4029.13301. [Epub ahead of print]
 - Mtaya M, Brudvik P, Astrøm AN. (2009) Prevalence of malocclusion and its relationship with socio-demographic factors, dental caries, and oral hygiene in 12- to 14-year-old Tanzanian schoolchildren. *Eur J Orthod*, 31:467-76.
 - Mujagic M, Fauquet C, Galletti C, Palot C, Wiechmann D, Mah J. (2005) Digital design and manufacturing of the Lingualcare bracket system. *J Clin Orthod*, 39:375-82.
 - Murcia MJ, Bravo LA. (1998) Epidemiología de la maloclusión dentaria en población murciana de trece a dieciséis años de edad. *Rev Esp Ortod*, 28:103-116.
 - Murcia-Duréndez MJ, Bravo-González LA. (1998) Valoración de los índices de maloclusión más utilizados. Una revisión bibliográfica. *Ortodoncia Española*, 38:34-41.

- Nance HN. (1947a) The limitations of orthodontic treatment; diagnosis and treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod Oral Surg*, 33:253-301.
- Nance HN. (1947b) The limitations of orthodontic treatment; mixed dentition diagnosis and treatment. *Am J Orthod Oral Surg*, 33:177-223.
- Nanda R, Ghosh J. (1995) Facial soft tissue harmony and growth in orthodontic treatment. *Semin Orthod*, 1:67-81.
- Nanda R, Goldin B. (1980) Biomechanical approaches to the study of alterations of facial morphology. *Am J Orthod*, 78:213-26.
- Newton JT, Prabhu N, Robinson PG. (2003) The impact of dental appearance on the appraisal of personal characteristics. *Int J Prosthodont*, 16:429-34.
- Nouri M, Asefi S, Baghban AA, Aminian A, Shamsa M, Massudi R. (2014) Validity and reliability of a three-dimensional dental cast simulator for arch dimension measurements. *Dent Res J (Isfahan)*, 11:656-62.
- Noyes HJ. (1942) Classification of malocclusion. *Angle Orthod*, 12:39-46.
- O'Brien KD, Shaw WC, Roberts CT. (1993) The use of occlusal indices in assessing the provision of orthodontic treatment by the hospital orthodontic service of England and Wales. *Br J Orthod*. 20:25-35.
- Olivier M, Brodeur JM, Bernard CH, Fournier A, Naccache H. (1989) Les indices de malocclusion. État des connaissances. *Rev Orthop Dento Faciale*, 23:457-70.
- Omer YT, Bouserhal J, Hawas N, Abdel Moneim El Sayed A. (2016) Association between normative and self-perceived orthodontic treatment need in a Lebanese population. *Int Orthod*, 14:386-98.
- Oredugba FA. (2007) Oral health condition and treatment needs of a group of Nigerian individuals with Down syndrome. *Downs Syndr Res Pract*, 12:72-6.
- Otuyemi OD, Jones SP. (1995) Long-term evaluation of treated class II division 1 malocclusions utilizing the PAR index. *Br J Orthod*. 22:171-8.

-
- Paccini A.J. (1922) Roentgen ray anthropometry of the skull. *J. Radiol*, 3: 230-322.
 - Parrish LD, Roberts WE, Maupome G, Stewart KT, Bandy RW, Kula KS. (2011) The relationship between the ABO discrepancy index and treatment duration in a graduate orthodontic clinic. *Angle Orthod*, 81:192-7.
 - Pita-Fernández S, Pértegas-Díaz S. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. 2004. Disponible en: https://www.fisterra.com/mbe/investigacion/conc_numerica/conc_numerica.pdf
 - Poling R. (1999) A method of finishing the occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 5:476-87.
 - Ponduri S, Pringle A, Illing HM, Brennan PA. (2011) Peer Assessment Rating (PAR) index outcomes for orthodontic and orthognathic surgery patients. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 49:217-20.
 - Porto BG, Porto TS, Silva MB, Grehs RA, Pinto Ados S, Bhandi SH, Tonetto MR, Bandéca MC, dos Santos-Pinto LA. (2014) Comparison of linear measurements and analyses taken from plaster models and three-dimensional images. *J Contemp Dent Pract*, 15:681-7.
 - Prah-Andersen B. (1978) The need for orthodontic treatment. *Angle Orthod*, 48:1-9.
 - Prieto L, Lamarca R, Casado A. (1998) La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin (Barc)*, 110:142-5.
 - Pruzansky S. (1969) Not all Dwarfed mandibles are alike. *Birth Defects*, 1:120-129.
 - Pulfer RM, Drake CT, Maupome G, Eckert GJ, Roberts WE. (2009) The association of malocclusion complexity and orthodontic treatment outcomes. *Angle Orthod*, 79:468-72.

- Quinn, R, Yoshikawa, D. (1985) A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod*, 88:252-260.
- Ramfjord SP. (1967) The Periodontal Disease Index (PDI). *J Periodontol*, 38:602-10.
- Reitan K. (1957) Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod*, 43:32-45.
- Restrepo-Sarmiento MM, Gómez-Restrepo CI. (2004) Sesgos en diseños analíticos. *Rev. Colomb. Psiquiatr*, 33:327-35.
- Richmond S, Daniels CP. (1998) International comparisons of professional assessments in orthodontics: Part 1-Treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 113:180-5.
- Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M. (1992) The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod*, 14:180-7.
- Ricketts RM. (1957) Planning treatment on the basis of the facial patterns and an estimate of growth. *Angle Orthod*, 27:14-37.
- Ricketts RM. (1975) A four-step method to distinguish orthodontic changes from natural growth. *J Clin Orthod*, 9:208-15, 218-28.
- Ricketts RM. (1976a) Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part I. *Am J Orthod*, 70:241-68.
- Ricketts RM. (1976b) Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part II. *Am J Orthod*, 70:359-97.
- Rocke RT. (1994) Employing Tip-Edge brackets on canines to simplify straight-wire mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 106:341-50.
- Rummel V, Wiechmann D, Sachdeva R. (1999) Precision finishing in lingual orthodontics. *J Clin Orthod*, 23:101-13.

-
- Sackett DL. (1992) A primer on the precision and accuracy of the clinical examination. *JAMA*, 267:2638-2644.
 - Sanders, N. (2012) A possible first use of CAM/CAD. In: Tatnall, A. (ed.) *Reflections on the History of Computing*. IFIP AICT, Springer, Heidelberg. 387:43–56.
 - Schafer SM, Maupome G, Eckert GJ, Roberts WE. (2011) Discrepancy index relative to age, sex, and the probability of completing treatment by one resident in a 2-year graduate orthodontics program. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139:70-3.
 - Schlesselman JJ. (1982) *Case-Control Studies: Design, Conduct, Analysis (Monographs in Epidemiology and Biostatistics)*. Oxford, Oxford University Press, 235-241
 - Schulz KF, Grimes DA. (2002) Blinding in randomised trials: hiding who got what. *Lancet*, 359:696-700.
 - Sharma K, Shrivastav S, Sharma N, Hotwani K, Murrell MD. (2014) Effects of first premolar extraction on airway dimensions in young adolescents: A retrospective cephalometric appraisal. *Contemp Clin Dent*, 5:190-4.
 - Shaw WC, Richmond S, O'Brien KD, Brook P, Stephens CD. (1991) Quality control in orthodontics: indices of treatment need and treatment standards. *Br Dent J*, 170:107-12.
 - Shaw WC, Richmond S, O'Brien KD. (1995) The use of occlusal indices: a European perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107:1-10.
 - Sheffer WG. (1936) Photography: An aid in Orthodontics. *Angle Orthod*, 6:248-254.
 - Smith JR, Gorman JC, Kurz C, Dunn RM. (1986) Keys to success in lingual therapy part 2. *J Clin Orthod*. 20:330–340.
 - Smith RJ, Burstone CJ. (1984) Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod*, 85:294-307.

- Steiner CC. (1953) Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod*, 39:729-755.
- Storey E, Smith R. (1952) Force in Orthodontics and Its Relation to Tooth Movement. *Australian J. Dent*, 56:11-8.
- Summers CJ. (1971) The occlusal index: a system for identifying and scoring occlusal disorders. *Am J Orthod*, 59:552-67.
- Tang EL, Wei SH. (1990) Assessing treatment effectiveness of removable and fixed orthodontic appliances with the occlusal index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98:550-6.
- Tang EL, Wei SH. (1993) Recording and measuring malocclusion: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103:344-51.
- Tanne K, Koenig HA, Burstone CJ. (1988) Moment to force ratios and the center of rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94:426-431.
- Tanne K, Nagataki T, Inoue Y, Sakuda M, Burstone CJ. (1991) Patterns of initial tooth displacements associated with various root length and alveolar bone height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 100:66-71.
- Tanne K, Sakuda M, Burstone CJ. (1987) Three-dimensional finite element analysis for stress in the periodontal tissue by orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 92:499-505.
- Tapia-Gonzalez P, Tapia C. (2011) Tecnología digital en ortodoncia lingual: sistema Harmony. *Rev Esp Ortod*, 41:152-158.
- Taylor NG, Cook PA.T (1992) The reliability of positioning pre-adjusted brackets: an in vitro study. *Br J Orthod*, 19:25-34.
- Taylor RM. (1969) Variation in form of human teeth. II. An anthropologic and forensic study of maxillary canines. *J Dent Res*, 48:173-82.
- Tessier P. (1976) Anatomical classification facial, cranio-facial and latero-facial clefts. *J Maxillofac Surg*, 4:69-92.

- The Health for All policy framework for the WHO European Region (2005). Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/107131/simple-search?query=health>
- Tweed CF. (1954) The Frankfort-mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. *Am J Orthod* 24: 121–169.
- Uribe G. (2004) *Ortodoncia teoría y clínica*. Editorial CIB. 1ª Ed. Medellín: 165-267.
- Urrego-Burbano PA, Jiménez-Arroyave LP, Londoño-Bolívar, MA, Zapata-Tamayo M, Botero-Mariaca P. (2011) Perfil epidemiológico de la oclusión dental en escolares de Envigado, Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá)*, 13:1010–1021.
- Van Der Linden F, Boersma H. (1987) *Diagnosis and treatment planning in dentofacial orthopedics*. Chicago: Quintessence, 291-9
- Van Kirk le Jr. (1959) Assessment of malocclusion in population groups. *Am J Public Health Nations Health*, 49:1157-63.
- Vasilakou N, Araujo EA, Kim KB, Oliver DR. (2016) Quantitative assessment of the effectiveness of phase 1 orthodontic treatment using the American Board of Orthodontics Discrepancy Index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 150:997-1004.
- Viazis A. (1995) *Atlas de Ortodoncia*. Edit. Médica Panamericana. Buenos Aires, 23-25.
- Vu CQ, Roberts WE, Hartsfield JK Jr, Ofner S. (2008) Treatment complexity index for assessing the relationship of treatment duration and outcomes in a graduate orthodontics clinic. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:9.
- Vu J, Panchez H, Schwestka-Polly R, Wiechmann D. (2012) Correction of Class II, Division 2 malocclusions using a completely customized lingual appliance and the Herbst device. *J Orofac Orthop*, 73:225-35.

- Wahl N. (2005) Orthodontics in 3 millennia. Chapter 1: Antiquity to the mid-19th century. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127:255-9.
- Wahl N. (2005) Orthodontics in 3 millennia. Chapter 5: the American Board of Orthodontics, Albert Ketcham, and early 20th-century appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128:535-40.
- Wang L, Hormazábal F, Rico V, Álvarez E. (2012) Propiedades biomecánicas, clínicas, estéticas y fonéticas de un sistema individualizado de ortodoncia lingual. “Aplicaciones”. *Rev Chil Ortod.* 2; 88-100.
- Wang WN, Tarng TH, Chen YY. (1993) Comparison of bond strength between lingual and buccal surfaces on young premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 104:251-3.
- Wiechmann D. (2001) La thérapeutique eco-linguale, Deuxième partie: Aspects cliniques. *J. Edge*, 43:9-37.
- Wiechmann D. (2001) Modulus-Driven Lingual Orthodontics. *Clinical Impressions*, 10:2-7.
- Wiechmann D. (2002) A new bracket system for lingual orthodontic treatment, Part 1: Theoretical background and development. *J. Orofac. Orthop*, 63:234-245.
- Wiechmann D, Rummel, V, Thalheim, A, Simon, J.S, Wiechmann, L. (2003) Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.* 124:593-599.
- Wiechmann, D. (2000) La thérapeutique eco-linguale, Première partie: Une théorie pour un concept moderne de traitement lingual. *J. Edge*, 42:53-69.
- Wilkins EM. (1999) *Clinical practice of the dental hygienist*. 8th Ed. Boston: Lippincott, Williams and Wilkins, 75-7.

10. APÉNDICES

Comité de ética

VNIVERSITAT
D VALÈNCIA Vicerectorat
d'Investigació i Política Científica

D. José María Montiel Company, Profesor Contratado Doctor Interino del departamento de Estomatología, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 7 de noviembre de 2016, una vez estudiado el proyecto de tesis doctoral titulado:

“Ortodoncia lingual y ortodoncia vestibular: estudio comparativo de la selección de casos y la calidad de terminación”, número de procedimiento H1475013776580,

cuyo responsable es D. Fadi Ata-Ali, dirigido por Dña. Marcela Ferrer Molina, Dña. Alicia Lanuza García y D. Eliseo Plasencia Alcina,

ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a quince de noviembre de dos mil dieciséis.



