

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA  
FACULTAD DE MEDICINA**



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL**

**TESIS DOCTORAL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL DOLOR OROFACIAL Y CALIDAD  
DE VIDA UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ORTODONCIA:  
BRACKETS CONVENCIONALES, BRACKETS DE AUTOLIGADO Y  
BRACKETS DE BAJA FRICCIÓN**

**ADRIANA GONZÁLEZ SÁEZ**

**DIRECTORES**

**ALFONSO ALVARADO LORENZO**

**JAVIER MONTERO MARTÍN**

**MARIA PILAR MELO ALMIÑANA**

**SALAMANCA, 2021**



Alfonso Alvarado Lorenzo, profesor asociado de Ortodoncia del departamento de Cirugía de la Universidad de Salamanca.

Javier Montero Martín, Catedrático de Prótesis Dental del departamento de Cirugía de la Universidad de Salamanca.

María Melo Almiñana, profesora Ayudante Doctora de Patología y terapéutica Dental, departamento de Estomatología de la Universidad de Valencia.

**CERTIFICAN:**

Que la tesis doctoral que presenta al superior juicio del Tribunal, que designe la Universidad de Salamanca, Doña Adriana González Sáez y titulada **“Estudio comparativo del dolor orofacial y calidad de vida utilizando diferentes técnicas de ortodoncia: brackets convencionales, brackets de autoligado y brackets de baja fricción”**, ha sido realizada bajo nuestra supervisión, siendo expresión de la capacidad científica de su autor, que le hacen acreedor del título de Doctor, siempre que así lo considere el citado Tribunal.

Salamanca, a 26 de Abril de 2021.

Fdo.: Prof. Dr. Alfonso Alvarado Lorenzo

Fdo.: Prof. Dr. Javier Montero Martín

Fdo.: Prof. Dr. María Pilar Melo Almiñana



El profesor Dr. D. Francisco Lozano Sánchez, director del Departamento de Cirugía de la Universidad de Salamanca.

**CERTIFICA:**

Que la presente memoria de tesis doctoral, elaborada por Doña Adriana González Sáez para optar al título de Doctor por la Universidad de Salamanca, con el título **“Estudio comparativo del dolor orofacial y calidad de vida utilizando diferentes técnicas de ortodoncia: brackets convencionales, brackets de autoligado y brackets de baja fricción”** realizada bajo la dirección de los profesores Alfonso Alvarado, Javier Montero Martín y Maria Pilar Melo Almiñana, reúne los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el Tribunal Calificador para poder optar al título de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Y para que conste, expide y firma la presente certificación

Salamanca, a 26 de Abril de 2021

Fdo. Prof. Dr. Francisco Lozano Sánchez



# AGRADECIMIENTOS

En este espacio final me gustaría tener unas palabras de reconocimiento a todas esas personas que me han ayudado directa o indirectamente a que esta tesis doctoral, fruto de horas y horas de trabajo e investigación, haya sido posible.

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento al director de esta tesis, al doctor Alvarado, por su entrega y ejemplaridad, por su completa disponibilidad siempre y en todo momento a la hora de resolver mis dudas y de ayudarme a plantear objetivos. No ha dudado en ayudarme día a día a organizar mis ideas un tanto caóticas y a compartir sus conocimientos para ayudarme a darme cuenta por mí misma de las dificultades y los retos del campo que he elegido, el de la ortodoncia. Ya era para mí todo un referente en la materia, pero hoy con mucho más motivo. También me gustaría dar las gracias al doctor Montero, por su paciencia y ayuda en el campo de la estadística, esa locura de cifras tan necesaria en el ámbito de la medicina. Dedicado a María Melo por su ayuda y dedicación.

Y ahora quiero dar las gracias a mi familia, los que siempre han estado ahí. A mi madre, Juli por haberme apoyado incondicionalmente y animado cuando las fuerzas flaqueaban en esta etapa en la que en ocasiones ha sido complicado compatibilizar estudio y trabajo. Por su amor incondicional y por estar a mi lado en este y en cada paso que doy en mi vida. A mi padre, Félix, por los valores que nos inculcaste y que tanto me han servido para lograr todo lo que me propusiera, como hoy finalizar esta tesis, porque desde allí arriba no has dejado de estar pendiente de mí y de guiar mis pasos. Sé que estarás orgulloso como nosotros lo estamos de ti. A mi hermano y mejor amigo, Félix, por su cariño y su complicidad, por tener la palabra justa siempre que la necesito, por ser incondicional. A su chica, nuestra chica, María, por su paciencia, por su alegría, por hacer que parezca fácil lo más difícil, por su gran ayuda y apoyo. Y a ti Iván, por tu amor y tu comprensión, por el tiempo que me has concedido, por estar ahí siempre.

También a mis compañeros y amigos que han compartido conmigo este camino. En especial a Laura, por su ayuda y empuje, por sus ánimos durante este camino que emprendimos juntas y que ahora estamos a punto de finalizar juntas también. Porque hemos compartido momentos de todo, de alegría, de tensión, de desesperación, pero siempre sabiendo que podíamos contar la una con la otra.

Muchas gracias a todos porque sin vuestra ayuda todo este trabajo no habría sido posible.







# ÍNDICE



# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	<b>15</b>
<b>1. ABSTRACT Y RESUMEN</b>	<b>19</b>
1.1-ABSTRACT	19
1.2-RESUMEN	21
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>25</b>
2.1.-ANTECEDENTES HISTÓRICOS	26
2.2.-FRICCIÓN: CONCEPTOS FÍSICOS	29
2.3.- FRICCIÓN EN ORTODONCIA	33
2.4. FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A LA FRICCIÓN EN LA MECÁNICA DE DESLIZAMIENTO	43
2.4.1. FACTORES FÍSICOS	45
2.4.2. FACTORES BIOLÓGICOS	63
2.5.-FRICCIÓN: MÉTODO DE MEDICIÓN EN ORTODONCIA	67
2.6.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA FRICCIÓN	70
2.6.1. PROBLEMAS EN LA FASE DE ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN	70
2.6.2. PROBLEMAS EN LA FASE DE CIERRE DE ESPACIO	74
2.6.3. FRICCIÓN Y ANCLAJE	76
2.7.- SISTEMAS DE BAJA FRICCIÓN EN ORTODONCIA	82
2.7.1. SISTEMA SINERGY	82
2.7.2. SISTEMA DAMON	85
2.7.3. AUTOLIGADO ACTIVO VS AUTOLIGADO PASIVO	95
2.7.4. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN DIFERENTES TIPOS DE BRACKETS	95

<b>2.8.- MOVIMIENTO DENTAL</b>	<b>119</b>
<b>2.9.- DOLOR EN ORTODONCIA</b>	<b>120</b>
2.9.1.EVALUACIÓN DEL DOLOR	122
2.9.2. POSICIÓN INICIAL DE LOS DIENTES Y FUERZA APLICADA	124
2.9.3.MECANISMO DE DOLOR EN ORTODONCIA	125
2.9.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA DOLOROSA	126
2.9.5. DOLOR QUE EXPERIMENTAN LOS PACIENTES TRAS LA COLOCACIÓN DEL ARCO	127
2.9.6.COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN EL DOLOR CON DIFERENTES TIPOS DE ARCOS ORTODÓNCICOS	128
2.9.7. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN EL DOLOR CON DIFERENTES SISTEMAS DE BRACKETS	135
2.9.8.TRATAMIENTO PARA EL DOLOR EN ORTODONCIA	140
<b>2.10.- CALIDAD DE VIDA</b>	<b>154</b>
2.10.1 INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO EN LA CALIDAD DE VIDA ORAL	157
<b><u>3. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</u></b>	<b>169</b>
<b>3.1.-JUSTIFICACIÓN</b>	<b>169</b>
<b>3.2.-HIPÓTESIS</b>	<b>169</b>
<b>3.3.-OBJETIVOS</b>	<b>170</b>
<b><u>4.MATERIAL Y MÉTODO</u></b>	<b>173</b>
<b>4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	<b>173</b>
<b>4.2. PROTOCOLO CLÍNICO</b>	<b>175</b>
<b>4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>178</b>
<b><u>5.- RESULTADOS</u></b>	<b>181</b>
<b>5.1.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA</b>	<b>181</b>
5.1.1.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA DE LA MUESTRA	181
5.1.2.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA POR GRUPOS DE TRATAMIENTO	182
<b>5.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS NIVEL ORDINAL POR GRUPOS</b>	<b>185</b>
<b>5.3.- RESULTADOS COMPARATIVOS DEL TIPO DE DOLOR</b>	<b>190</b>
<b>5.4. RESULTADOS COMPARATIVOS BASADOS EN LA ESCALA VAS</b>	<b>203</b>

---

<b>5.5 DIFERENCIAS EN LA LOCALIZACIÓN DEL DOLOR</b>	<b>205</b>
5.5.1.- DESCRIPCIÓN DEL DOLOR DENTAL ENTRE GRUPOS	205
<b>5.6.- DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO EN LAS DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA ENTRE GRUPOS SEGÚN CUESTIONARIO OHIP-14</b>	<b>218</b>
<b>5.7. COMPARACIÓN DEL IMPACTO EN LAS DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA ENTRE GRUPOS SEGÚN CUESTIONARIO OHIP-14</b>	<b>227</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b>	<b>233</b>
<b>6.1.- VALIDEZ INTERNA</b>	<b>233</b>
6.1.1.-SELECCIÓN MUESTRAL	233
6.1.2.-SELECCIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO	234
6.1.3.-VARIABLES DE ESTUDIO SUBJETIVAS	235
6.1.4.-EMPLEO DE LA ESCALA VISUAL ANALÓGICA Y CUESTIONARIO DEL DOLOR	236
6.1.5.-EMPLEO DEL CUESTIONARIO OHIP-14	237
6.1.6.-TIEMPO DE SEGUIMIENTO	237
6.1.7.-LIMITACIONES DEL ESTUDIO	238
<b>6.2.- VALIDEZ EXTERNA</b>	<b>239</b>
<b>6.3.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>239</b>
6.3.1. PRINCIPALES HALLAZGOS	239
6.3.2. DOLOR EN ORTODONCIA	240
6.3.3. INFLUENCIA DE LA EDAD Y EL GÉNERO	242
6.3.4.INFLUENCIA DEL BIOTIPO PERIODONTAL Y DE LA PATOLOGÍA PERIODONTAL	243
6.3.5.-INFLUENCIA DEL TIPO DE BRACKET EMPLEADO	243
6.3.6.-INFLUENCIA DE TIPO DE ARCO EMPLEADO	245
6.3.7.-CALIDAD DE VIDA ORAL EN ORTODONCIA	246
<b>7.CONCLUSIONES</b>	<b>251</b>
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>255</b>
<b>9.- ANEXOS</b>	<b>285</b>
<b>ANEXO I. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</b>	<b>285</b>
<b>ANEXO II. CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>	<b>286</b>

<b>ANEXO III. CUESTIONARIO DEL DOLOR</b>	<b>288</b>
<b>ANEXO III. CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA ORAL OHIP VERSIÓN 14</b>	<b>294</b>
<b>10.- ÍNDICE TEMÁTICO</b>	<b>297</b>

---

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tabla de los factores que afectan a la resistencia a la fricción.....	44
<b>Tabla 2.</b> Protocolo de 23 pasos sugerido para estandarizar y mejorar futuros estudios.....	107
<b>Tabla 3.</b> Comparativa de estudios que evalúan diferentes tipos de brackets .....	111
<b>Tabla 4.</b> Comparativa de estudios que evalúan el dolor con diferentes tipos de arcos ortodóncico.....	132
<b>Tabla 5.</b> Comparativa de estudios que evalúan el dolor con diferentes sistemas de brackets...	138
<b>Tabla 6.</b> Comparativa de estudios que evalúan el nivel de dolor en aparatología fija tras la administración de antiinflamatorios y/o analgésicos.....	147
<b>Tabla 7.</b> Comparativa de estudios que evalúan la influencia en la calidad de vida oral con diferentes sistemas de brackets.....	163
<b>Tabla 8.</b> Descripción clínica y sociodemográfica de la muestra (n=90).....	181
<b>Tabla 9.</b> Descripción clínica y sociodemográfica por grupos de tratamiento(n=90).....	182
<b>Tabla 10.</b> Distribución de la DOD por grupos de tratamiento (n=90).....	183
<b>Tabla 11.</b> Comparación del dolor ordinal por grupos hasta las 24 horas (n=90).....	185
<b>Tabla 12.</b> Comparación del dolor ordinal por grupos hasta los 4 días (n=90).....	186
<b>Tabla 13.</b> Comparación del dolor ordinal por grupos hasta los 7 días (n=90).....	187
<b>Tabla 14.</b> Comparación del dolor ordinal por grupos a más de 7 días (n=90).....	188
<b>Tabla 15.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a las 4 horas T4 h (n=90).....	191
<b>Tabla 16.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a las 8 horas T8 h (n=90).....	192
<b>Tabla 17.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a las 24 horas T24 h (n=90).....	193
<b>Tabla 18.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los dos días T2 d (n=90).....	194
<b>Tabla 19.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los tres días T3 d (n=90).....	195
<b>Tabla 20.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los cuatro días T4 d (n=90).....	196
<b>Tabla 21.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los cinco días T5 d (n=90).....	197
<b>Tabla 22.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los seis días T6 d (n=90).....	198
<b>Tabla 23.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a los siete días T7 d (n=90).....	199
<b>Tabla 24.</b> Descripción del tipo de dolor por grupos a más de siete días T8 d (n=90).....	200
<b>Tabla 25.</b> Comparación del dolor en la VAS entre grupos en distintos momentos de evaluación (n=90) .....	203
<b>Tabla 26.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 4 horas T4 h (n=90).....	206

<b>Tabla 27.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 8 horas T8 h (n=90)	207
<b>Tabla 28.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 24 horas T24 h (n=90)	208
<b>Tabla 29.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 2 días T2 d (n=90)	209
<b>Tabla 30.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 3 días T3 d (n=90)	210
<b>Tabla 31.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 4 días T4 d (n=90)	211
<b>Tabla 32.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 5 días T5 d (n=90)	212
<b>Tabla 33.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 6 días T6 d (n=90)	213
<b>Tabla 34.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 7 días T7 d (n=90)	214
<b>Tabla 35.</b> Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a más de 7 días T8 d (n=90)	215
<b>Tabla 36.</b> Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los grupos de tratamiento (n=90)	219
<b>Tabla 37.</b> Comparación del impacto en las dimensiones de calidad de vida entre grupos según cuestionario OHIP-14 (n=90)	228

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Leonardo da Vinci usó esta estructura para mostrar que la fricción es independiente del tamaño de las superficies que entran en contacto. Imagen publicada en “Brief History of Friction” .....	27
<b>Figura 2.</b> Una figura similar que se detalla en el trabajo de Desagulier demostrando como dos bolas de plomo se adhieren una a la otra, a pesar de colocar un peso de 16 lbs. Imagen publicada en “Brief History of Friction” .....	28
<b>Figura 3.</b> La fuerza de rozamiento o fuerza de fricción se debe a las irregularidades microscópicas de la superficie. Imagen tomada de “Brief History of Friction” .....	30
<b>Figura 4.</b> Fuerza en la que se observa el fenómeno de la inercia. Tomado de “Brief History of Friction” .....	31
<b>Figura 5.</b> Figura donde se observa el principio de acción y reacción que dio a conocer a Isaac Newton. Tomado de “Brief History of Friction” .....	32
<b>Figura 6.</b> La fuerza normal (N), siempre es perpendicular a la superficie de contacto y está dirigida hacia arriba, es decir, hacia fuera de la superficie de contacto. Demostración de la FN en una superficie plana y en un plano inclinado. Tomado de “Brief History of Friction” .....	33
<b>Figura 7.</b> Lado izquierdo: se realiza una representación de la primera ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se cumple la primera ley clásica de la fricción. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	34
<b>Figura 8.</b> Lado izquierdo: se realiza una representación de la segunda ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se observa el cumplimiento de esta ley. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	34
<b>Figura 9.</b> Lado izquierdo: Se realiza una representación de la tercera ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se observa el no cumplimiento de esta ley. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	35
<b>Figura 10.</b> Relación entre la fuerza aplicada y la fuerza de fricción. Tomada de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	37
<b>Figura 11.</b> Tres fases del movimiento mesiodistal. Tomada de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	43
<b>Figura 12.</b> Gráfica en la que se observan, en orden ascendente, los alambres con superficies más rugosas. Tomado de “Uribe GA” .....	46

<b>Figura 13.</b> Escáner electrónico micrográfico (magnificación original x 5000). Tomado de “Drescher D y cols.” .....	48
<b>Figura 14.</b> Curva de carga/deflexión comparativa de los alambres más utilizados en ortodoncia. Tomado de “Uribe GA” .....	48
<b>Figura 15.</b> A. Relación mesiodistal de un alambre rectangular y la ranura en brackets sencillos y estrechos que forman un ángulo crítico $\theta_C$ grande e incrementan la fricción. B. Relación mesiodistal de un alambre rectangular y la ranura en brackets gemelos y anchos forman un ángulo crítico $\theta_C$ pequeño y reducen la fricción. Tomado de” Uribe GA” .....	53
<b>Figura 16.</b> A. Aumento de la distancia interbracket en brackets sencillos y estrechos. B. Aumento de la distancia interbrackets en brackets gemelos y anchos. Tomado de “Uribe GA” .....	53
<b>Figura 17.</b> El área de contacto es poco significativo para la fricción, no importa el tamaño del bracket. Tomado de “Uribe GA” .....	54
<b>Figura 18.</b> Juego de primer orden. En A existe un juego de primer orden por el sistema de ligado pasivo. En B, la ligadura adosa el alambre contra el fondo de la ranura, anulando el juego de primer orden. Tomado de “Uribe GA” .....	57
<b>Figura 19.</b> Ilustraciones esquemáticas de una cupla arco/bracket. Tomado de “Kusy RP y Whitley JQ” .....	59
<b>Figura 20.</b> Los límites actuales de los productos comerciales (área sombreada) como se determina por el algoritmo mínimo - máximo para los datos de la ranura (o) y los datos del ancho (•). Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	60
<b>Figura 21.</b> Parametros geométricos de importancia durante la mecánica de deslizamiento. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	61
<b>Figura 22.</b> Ligaduras elastómeras. Tomado de “Arun AV, Vaz C” .....	63
<b>Figura 23.</b> Arriba: detalles del arco de alambre sobre un plato metálico. Abajo: metodología del arco de alambre-bracket y ligadura. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	68
<b>Figura 24:</b> Definiciones del coeficiente estático de fricción $\mu_s$ , a partir de la ubicación de la fuerza inicial máxima de tensión, $P_{max}$ , y el coeficiente cinético de fricción $\mu_k$ , desde la meseta definida entre las líneas punteadas. Tomado de “Kusy RP and Whitley JQ” .....	69
<b>Figura 25.</b> Las mediciones de la fricción fueron realizadas con un ensamblaje para evaluar la fricción montado sobre una máquina universal de evaluación de materiales. Tomado de “Drescher D, Bourauel C, Schumacher HA” .....	70
<b>Figura 26.</b> A: fuerza máxima en la dirección X (fuerza extrusiva); B: fuerza máxima en la dirección Z (fuerza lingual) para brackets convencionales con ligadura metálica y los brackets de autoligado. Tomado de “Montasser MA y cols” .....	72

<b>Figura 27.</b> A: fuerza máxima en la dirección X (fuerza lingual); B: fuerza máxima en la dirección Z (fuerza lingual) para brackets convencionales con ligadura elastómera y los brackets de autoligado. Tomado de “Montasser MA y cols.”..	73
<b>Figura 28.</b> A: mecánica de deslizamiento convencional para el cierre del espacio de extracción. B: mecánica de deslizamiento híbrido para reducir la fricción: brackets convencionales en el sector anterior, brackets de autoligado pasivo sobre los segundos premolares y tubos en los primeros y segundos premolares. Tomado de “Cheol- Ho Paik y cols.”.....	75
<b>Figura 29.</b> Para retracción de un canino por deslizamiento a lo largo de un arco de alambre. Tomado de “Southard TE y cols.” .....	76
<b>Figura 30.</b> En un sistema ortodóncico sin fricción, en el cual la fuerza elástica es igual pero opuesta es aplicado entre el bracket del canino y del molar. Tomado de “Southard TE y cols” ....	77
<b>Figura 31.</b> En este diagrama simplificado se ilustra un sistema ortodóncico con fricción. Tomado de “Southard TE y cols”.....	78
<b>Figura 32.</b> Aumentando la fuerza elástica aplicada contra el bracket del canino y el molar para superar la fricción y la fuerza de retracción de 100 gr. es recuperado contra la raíz del canino, simultáneamente aumenta la fuerza de protracción contra el molar anclado a 100 gr. Tomado de “Southard TE y cols.” .....	79
<b>Figura 33.</b> El bracket del canino inicialmente genera dos veces más resistencia friccional que el tubo molar; pero cuando el diente se mueve, mayor presión es ejercida sobre el ligamento periodontal, y el movimiento se para temporalmente hasta que el ligamento periodontal se ajusta. Posteriormente, los dientes se mueven de nuevo. Tomado de “Burrow SJ”.....	81
<b>Figura 34.</b> Brackets Synergy (Rocky Mountain Orthodontics; Denver, CO; USA).....	82
<b>Figura 35.</b> Bracket Synergy (Rocky Mountain Orthodontics).....	84
<b>Figura 36.</b> Deformaciones y tensiones en un bracket estándar. Tomado de “Viaño JM, Burguera M, Fernández JR, Rodríguez – Aros AD y Campo MA” .....	85
<b>Figura 37.</b> A: Deformaciones y tensiones en un bracket de baja fricción (Synergy). Tomada de “Viaño JM y cols”.....	85
<b>Figura 38.</b> Niveles de fricción generados con brackets gemelares convencionales, brackets de autoligado pasivo y activo utilizando un arco de acero inoxidable de 0.20” y 0.19x.0.25” con una angulación de 0°. Tomado de “Damon DH” .....	94
<b>Figura 39.</b> Diagrama de flujo para ensayos clínicos aleatorios (CONSORT, 2010: Consolidated Standards of Reporting Trials).....	174



---

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en el grupo convencional (n=30).....	226
<b>Gráfico 2.</b> Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en el grupo autoligado (n=30).....	226
<b>Gráfico 3.</b> Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en el grupo Sinergy (n=30) .....	227
<b>Gráfico 4.</b> Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los diferentes grupos (n=90).....	230



# ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ABO:	American Board of Othodontics
AI:	Acero Inoxidable
AINEs:	Antiinflamatorios no esteroideos
BAA:	Brackets Autoligables Activos
BAP:	Brackets Autoligables Pasivos
BMP-2:	Proteína morfogenética ósea 2
COF:	Coefficiente de Fricción
COX:	Ciclooxigenasa
COX-1:	Ciclooxigenasa tipo 1
COX-2:	Ciclooxigenasa tipo 2
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de carbono
CR:	Centro de Resistencia
CVO:	Calidad de Vida Oral
CVRSO:	Calidad de Vida Relacionada con la Salud Oral
CUNITI:	Aleación Cooper NiTi (cobre, nique, titanio)
DIDL:	Dental Impacts on Daily Living.ECV: Escala clasificación verbal
DOD:	Discrepancia oseodentaria
EVA:	Escala Analógica Visual
F:	Fuerza
GA:	Grupo brackets Autoligables 0,022”
GC:	Grupo brackets Convencionales 0,022”
GS:	Grupo brackets Sinergy 0,022”
GOHAI:	Geriatric Oral Health Assessment Index
ICON:	Índice de Complejidad, Resultado y Necesidad
IOTN:	Índice de Necesidad de Tratamiento Ortodóncico
LLLT:	Terapia Laser de Baja Frecuencia
MPQ:	Cuestionario de dolor McGill
NiTi:	Aleación de Níquel y Titanio
OHIP:	Oral Health Impact Profile
OHIP-14:	Cuestionario del Perfil de Impacto en Salud Oral versión 14
OHIP-16:	Cuestionario del Perfil de Impacto en Salud Oral versión 16
OHIP-49:	Cuestionario del Perfil de Impacto en Salud Oral versión original de 49 preguntas

PDL:	Ligamento Periodontal
OHQoL-uk:	Cuestionario de Calidad de Vida Relacionado con la Salud Oral versión UK
OHRQL:	Oral Health-Related Quality of life (Calidad de Vida Relacionada con la Salud Oral)
OIDP:	Oral Impacts on Daily Performance
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PGE:	Prostaglandinas
RANKL:	Ligando de Receptor Activador para el Factor Nuclear $\kappa$ B
RME:	Expansión Rápida del Maxilar
RC:	Relación Céntrica
RS:	Resistence to sliding. Resistencia al deslizamiento. Resistencia a la fricción
SNC:	Sistema Nervioso Central
SWLF:	Straight Wire Low Friction
TAD:	Dispositivo de Anclaje Temporal
TMA:	Aleación de Titanio y Molibdeno
VAS:	Visual Scale Analogue (Escala Visual Analógica)

# **ABSTRACT Y RESUMEN**



# 1. ABSTRACT Y RESUMEN

## 1.1-ABSTRACT

**1.1.-Introduction.** The pain in orthodontics is due to the compression of the periodontal ligament causing an inflammatory response in which chemicals mediators are released. Pain in orthodontic is the principal disadvantage that the patients describe, because it affects the grade of satisfaction of the patients in the orthodontic treatment, and it also influences negatively in the desire of the patients to start their treatments. There are different perceptions of pain, depending on the individual pain threshold, the magnitude, the force applied, the age, the gender and the cultural differences. Also, the pain and discomfort that the patients experiment during the orthodontic treatment, have a negative impact in the quality of oral life.

**1.2.-Objective.** The aim in this investigation proyect is to evaluate the influence in the different types of brackets: conventional, self ligating and low friction in the painful perception in patients and the Oral Health-Related Quality of life (OHRQoL).

**1.3.-Materials and method.** A randomized clinical trial was carried out with 90 patients (62.2% women and 37.8% men) with three kinds of fixed multi-bracket appliances: Conventional (GC), fixed multi-bracket low friction (GS) and self-ligating (GA). The VAS (Visual Analogue Scale) was used to determine pain during the first seven days of treatment at different points in time. The patients were also given the OHIP-14 (Oral Health Impact Profile) questionnaire to analyse their oral health-related quality of life (OHRQoL) after the first 30 days of treatment. The ANOVA test was used for the analysis of the variables and the post hoc Bonferroni test for the comparison between groups.

**1.4.-Results.** The average age of the sample is 21.7 years old  $\pm$  7.5 years. Out of the 90 patients of the study 37,8% are men and 62,2% are women. It was found that there are no significant differences in age or sex.

Regarding pain, in the analog visual scale we observed statistically significant differences at four hours (T4 h), 8 hours (T8 h), at 5 days (T5 days), at 6 days (T6 days), at 7 days (T7 days) and at more than 7 days (T8 d). The patients of the Sinergy group present more pain than the rest groups with maximum values of  $4,0 \pm 2,9$  and minimum of  $1,0 \pm 2,4$ , in all periods except in period (T24 h) and (T2 d). The most incident type of pain is the acute, sensitive and throbbing and in the low friction group (Sinergy) is in the only one that registered different pains up to T8d. The anterior mandibular location is the one that is more painful for the three type of groups.

Regarding the quality of oral life we observe statistically significant differences in the pain, psychic discomfort, physical disability and in the total impact.

Regarding the rest of dimensions we can generalize by saying that functional limitation ( $0,3 \pm 0,5$ ), like in pain ( $0,9 \pm 0,8$ ), psychic discomfort ( $0,5 \pm 0,7$ ) and physical disability ( $0,5 \pm 0,7$ ), the group that has the greatest impact is the Sinergy group, followed in some cases by the self ligating group as in the functional limitation and in other cases by the convencional group in pain and psychic discomfort.

**1.5.-Conclusions.** In the three study groups the pain increases until reaching the peak of pain at 24 hours in the conventional and Sinergy group and until the 2 hours in the self ligating group, it subsequently decreases until reaching almost zero values at 7 and 8 days. The type of bracket influences the pain perception as well as the impact of quality of life.

## 1.2-RESUMEN

**1.1.-Introducción.** El dolor en ortodoncia resulta de la compresión del ligamento periodontal dando lugar a una respuesta inflamatoria en la que se liberan mediadores químicos. El dolor en ortodoncia es la principal desventaja que describen los pacientes, ya que influye en el grado de satisfacción de los pacientes ante el tratamiento ortodóncico y, además, influye negativamente en el deseo de los pacientes de comenzar su tratamiento. Existen diferencias en la percepción del dolor, dependiendo del umbral de dolor individual, la magnitud, la fuerza aplicada, la edad, el género y diferencias culturales. Además, el dolor y molestias que experimentan los pacientes durante el tratamiento de ortodoncia, tienen impacto negativo en la calidad de vida oral.

**1.2.-Objetivos.** Los objetivos de este proyecto de investigación son evaluar la influencia del tipo de bracket: convencional, autoligado y baja fricción en la percepción dolorosa de los pacientes y el impacto en su calidad de vida oral.

**1.3.-Material y método.** Se realizó un ensayo clínico aleatorio con 90 pacientes (62,2% mujeres y 37,8% hombres) con tres tipos de aparatos fijos multibracket: Convencional (GC), multibracket fijo de baja fricción (GS) y autoligado (GA). Se utilizó la EVA (escala visual analógica) para determinar el dolor durante los primeros siete días de tratamiento en diferentes momentos. También se administró a los pacientes el cuestionario OHIP-14 (Oral Health Impact Profile) para analizar su calidad de vida relacionada con la salud oral (OHRQoL) tras los primeros 30 días de tratamiento. Se utilizó la prueba ANOVA para el análisis de las variables y la prueba post hoc de Bonferroni para la comparación entre grupos.

**1.4.-Resultados.** Los pacientes del estudio presentan una edad media de  $21,7 \pm 7,5$ . De los 90 pacientes un 37,8 % son hombres y un 62,2 % son mujeres. Se comprobó que no existen diferencias significativas en la edad ni el sexo. Respecto al dolor, en la escala visual analógica se observaron diferencias estadísticamente significativas a las 4 horas (T4 h), a las 8 horas (T8 h), a los 5 días (T5 días), a los 6 días (T6 días), a los 7 días (T7 días) y a más de 7 días (T8 d). Los pacientes del grupo Sinergy presentan más dolor que el resto de los grupos con valores máximos de  $4,0 \pm 2,9$  y mínimos de  $1,0 \pm 2,4$ , en todos los periodos excepto en el periodo (T24 h) y (T2 d). El tipo de dolor más incidente es el de tipo agudo, sensible y pulsátil y en el grupo de baja fricción (Sinergy) es en el único que se registran diferentes dolores hasta el periodo T8 d. La localización anterior mandibular es la que más dolor refieren los pacientes de los tres grupos.

En cuanto a la calidad de vida oral, se observan diferencias estadísticamente significativas en el dolor, discomfort psíquico, discapacidad física y en el impacto total. En cuanto al resto de dimensiones podemos generalizar que tanto en la limitación funcional ( $0,3 \pm 0,5$ ), como en el dolor ( $0,9 \pm 0,8$ ), discomfort psíquico ( $0,5 \pm 0,7$ ) y discapacidad física ( $0,5 \pm 0,7$ ), el grupo que presenta

mayor impacto es el grupo Sinergy, seguido en algunos casos por el grupo autoligado como en la limitación funcional y, en otros casos, por el grupo convencional como en el dolor, *discomfort* psíquico.

**1.5.-Conclusiones.** En los tres grupos de estudio el dolor va aumentando hasta alcanzar el pico de dolor a las 24 horas en el grupo convencional y grupo Sinergy, y hasta las 2 horas en el grupo autoligado, posteriormente va disminuyendo hasta alcanzar valores casi nulos a los 7 y 8 días. El tipo de bracket influye en la percepción del dolor, así como en el impacto de la calidad de vida.

# **INTRODUCCIÓN**



## 2. INTRODUCCIÓN

El movimiento dentario ortodóncico es el resultado de complejos mecanismos biomecánicos, biofísicos y bioquímicos. El aparato de ortodoncia ha de transmitir de manera efectiva al periodonto las fuerzas generadas por los alambres y materiales elásticos para favorecer la acción de los osteoclastos y fibroblastos, principales responsables del movimiento dentario ortodóncico (Suárez D., 2005).

Aunque se sabe poco acerca de la fuerza óptima en ortodoncia, es ampliamente asumido que el movimiento ortodóncico óptimo ocurre bajo fuerzas ligeras y continuas. La magnitud de la fuerza debería estar dentro del umbral biológico entre 0,5 - 0,7 N (aproximadamente 50 - 70 g), un valor suficiente para causar la remodelación del tejido y no debería exceder a 2-3 N. Otros investigadores sugieren que el rango de fuerza recomendada para los movimientos de inclinación y de extrusión debería estar entre 0,35-0,60 N para incisivos y dientes posteriores multirradiculares respectivamente (Montasser MA y cols., 2013).

A pesar del avance experimentado en la investigación de la génesis y modulación del movimiento dentario ortodóncico, aún queda por determinar cómo debemos aplicar las fuerzas para hacer tratamientos más rápidos y efectivos que controlen la fricción. Para que se produzca el movimiento dentario es necesario la concatenación de dos procesos: uno físico (el vencimiento de la fuerza de fricción estática) y otro histoquímico (la aparición de mediadores inflamatorios en el periodonto y las respuestas celulares subsiguientes) (Suárez D y cols., 1995).

Por eso, una de las claves del tratamiento ortodóncico reside en calcular con precisión la fuerza que será consumida en la fricción y, en definitiva, la fuerza efectiva que van a recibir los dientes durante el movimiento dentario ortodóncico en las dos fases: alineación/nivelación y cierre de espacio, debido a que la fricción condiciona el deslizamiento dentario. El control de la fricción nos va permitir lograr dos objetivos clínicos importantes, tales como la eficiencia y la reproducibilidad de los aparatos (Kusy RP y cols., 1997).

La eficiencia se refiere a la fracción de fuerza que es liberada en relación a la fuerza que ha sido aplicada. Cuando la eficiencia aumenta, la fuerza friccional disminuye y, como consecuencia, la cantidad de fuerza que es entregada a los dientes es similar a la fuerza aplicada. Para las cuplas ortodóncicas, la eficiencia varía nominalmente entre un 40% a 88%. Otros estudios han mostrado que la porción de la fuerza aplicada que se pierde debido a la resistencia al deslizamiento puede estar en el rango de los 12% al 60% (Cacciafesta V y cols., 2003).

La reproducibilidad se refiere a la capacidad del ortodoncista para activar el arco donde la cupla arco - bracket se comporte de una manera predecible cada vez que un mecanismo específico

es prescrito a un paciente. La reproducibilidad no intenta presumir que la respuesta biológica de cada paciente pueda ser controlada, como se mencionó anteriormente, debido a que esto hasta este momento supera las capacidades científicas. Pero lo que la reproducibilidad presume, sin embargo, es que la fuerza de fricción debería ser igual si la fuerza aplicada es la misma (Kusy RP y cols., 1997).

Para identificar y evaluar la evidencia debemos comprender y controlar los factores que están asociados a la fricción en ortodoncia, tanto en la fase de alineación y nivelación, como en la fase de cierre de espacios para que el ortodoncista sea capaz de seleccionar el sistema de aparatología fija más adecuada para las necesidades específicas de cada paciente. El conocimiento de la fricción en ortodoncia nos hará ser más autocríticos en la elección de la aparatología fija para cada paciente y en la mecánica de tratamiento realizado (Kusy RP y cols., 1997).

## 2.1.-ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El 9 de marzo de 1966, la palabra y el concepto de tribología fue introducido por primera vez en un informe del comité del Departamento Británico (Ministerio) de Educación y Ciencia, conocido ahora, como el “Informe de Jost”. En ella, la palabra tribología, deriva del vocablo griego *tribos*, que significa “frotamiento” y se define como “la ciencia y la tecnología de interacción de superficies en movimiento relativo, y de temas y prácticas asociadas.” Esta definición se encuentra en el diccionario de todos los países industrializados. Sin embargo, como Peter Jost ha dicho: *“la definición de la tribología como campo, no ha traído nada nuevo. Todas las sub-disciplinas que conforman el campo son disciplinas que han estado alrededor de este durante mucho tiempo. Lo que hemos hecho con la nueva definición es centrarse en la recogida de estos campos en un sentido más amplio”* (Linares O., 2005). La tribología es, obviamente, un campo multidisciplinario, pero también podría ser descrita como una disciplina en sí, al menos una disciplina de ingeniería (Miyoshi K., 1993).

La tribología se centra en el estudio de tres fenómenos: la fricción entre dos cuerpos en movimiento, el desgaste como efecto natural de este fenómeno y la lubricación como medio para evitar el desgaste (Miyoshi K., 1993).

La palabra tribología podría parecer algo nuevo, pero es solo una apreciación, solamente el término como tal lo es, ya que el interés en temas relacionados con la disciplina existe desde antes de que la historia se escribiera. Como ejemplo las “brocas” realizadas durante el periodo del Paleolítico para perforar agujeros o para producir fuego, eran “fijados” con rodamientos hechos de cornamentas o huesos (Linares O., 2005).

Los documentos históricos muestran el uso de la rueda desde 3500 a.C, lo cual ilustra el interés de nuestros antepasados por reducir la fricción en movimientos de traslación. Los egipcios tenían conocimiento de la fricción y los lubricantes, esto se ve en el transporte de grandes bloques de piedra para la construcción de monumentos y pirámides. Para realizar esta tarea utilizaban agua o grasa animal como lubricante (Linares O., 2005).

Los incas también desplegaron un enorme esfuerzo en la construcción de templos, palacios, centros de administración y redes de caminos a lo largo de su vasto territorio. Las construcciones estatales y religiosas eran levantadas con piedras labradas, algunas veces de gran tamaño y otras como un rompecabezas con materiales medianos. Se estima que para el transporte de los grandes bloques de piedra, usaban planos inclinados de tierra, a manera de rampas y lo cubrían con greda fina humedecida o eran transportados por caminos arcillosos y húmedos para aminorar la fricción (Miyoshi., 1993).

El artista científico Leonardo da Vinci (1452-1519) fue el primero que postuló un acercamiento a la fricción hace 200 años antes de que Newton definiera lo que era la fuerza. Da Vinci dedujo las leyes que gobiernan el movimiento de un bloque rectangular deslizándose sobre una superficie plana. También, fue el primero en introducir el concepto del coeficiente de fricción. Él hizo la observación de que los diferentes materiales se mueven con distinta facilidad y supuso que esto era el resultado de la suavidad del material en cuestión, por lo que los materiales más suaves tendrán más pequeñas fricciones. Da Vinci también hizo algunas afirmaciones cuantitativas sobre la fricción. Afirmó que, "todos los cuerpos tienen una resistencia de fricción igual a un cuarto de su peso." En términos contemporáneos, el coeficiente de fricción es 0,25. Para los estándares de hoy en día diríamos que no estaba ni siquiera cerca, pero para materiales sucios, el valor era bastante exacto. Leonardo da Vinci no publicó sus teorías, por lo que nunca recibió crédito por sus ideas, la única prueba de su existencia está en su vasta colección de revistas (Linares O., 2005).

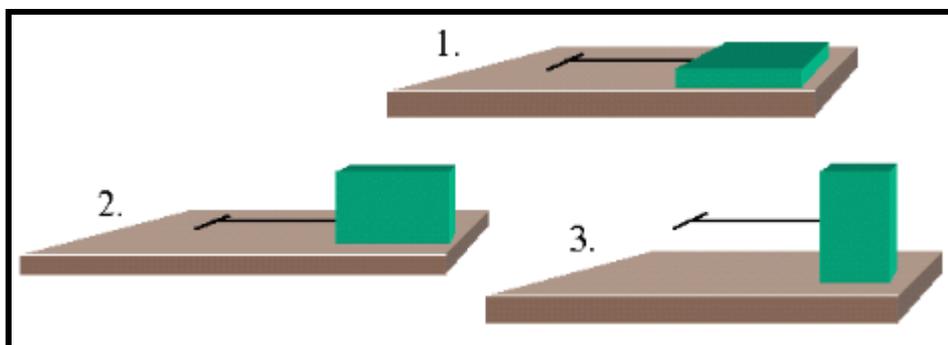


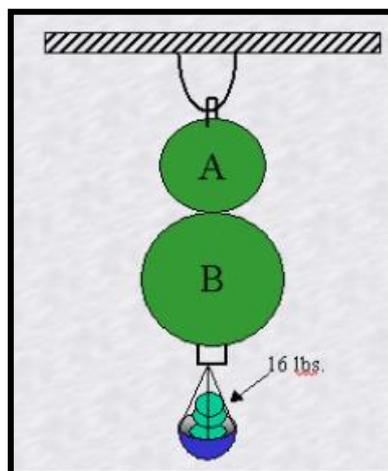
Figura 1. Leonardo da Vinci usó esta estructura para mostrar que la fricción es independiente del tamaño de las superficies que entran en contacto. Tomado de Brief History of Friction.

El físico francés Guillume Amontons (1663 - 1705) redescubrió las dos leyes básicas de la fricción, que habían sido descubiertas por Leonardo da Vinci, al estudiar el deslizamiento seco entre dos superficies planas. Las conclusiones de Amontons son esencialmente las que estudiamos en los libros de física general. Algunos autores sintetizan las leyes del comportamiento de la fricción en los siguientes dos postulados básicos:

- La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es proporcional a la fuerza normal ejercida entre los mismos.
- La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es independiente de las dimensiones de contacto entre ambos.

Después del trabajo de Amontons, los científicos seguían creyendo que la fricción era consecuencia de las asperezas de las superficies (Burstone CJ., 1962).

John Teófilo Desagulier (1683-1744) tuvo un impacto significativo en el estudio de la fricción. En el año 1724 se estableció una teoría que determina que la fricción se puede explicar por las fuerzas de atracción molecular entre sólidos. Desaguliers enfocó su trabajo a la adhesión de dos cuerpos, en un experimento con bolas de plomo y él observó que las rugosidades superficiales son responsables de la mayor parte de la fuerza de fricción. Además, Desaguliers notó que cuando las superficies en deslizamiento estaban muy pulidas, la fricción aumentaba. Desaguliers enfatizó la magnitud y naturaleza de las fuerzas de cohesión como: *“es más fácil levantar la mayoría de los cuerpos de la tierra que romperlos en pedazos, la fuerza que mantiene a las partes unidas es más fuerte que su gravedad. Esta fuerza se llamará fuerza de cohesión”* pero no fue capaz de explicar las leyes de la fricción en relación con la adhesión (Drescher D y cols., 1989).



**Figura 2.** Una figura similar que se detalla en el trabajo de Desagulier demostrando como dos bolas de plomo se adhieren uno al otro a pesar de colocar un peso de 16 lbs. Tomado de Brief History of Friction.

Charles Agustín de Coulomb (1736-1806) diseñó el primer tribómetro. El tribómetro es un dispositivo que mide el coeficiente de fricción de un material determinado. Una versión de alta tecnología que se sigue utilizando hoy en día para la investigación sobre el desgaste del material y la lubricación. Este científico francés añadió una propiedad más a la fricción:

- Una vez empezado el movimiento, la fricción es independiente de la velocidad.

Muchos otros descubrimientos ocurrieron a lo largo de la historia referente al tema, científicos como Robert Hooke, Isaac Newton, entre otros, aportaron conocimientos importantes para el desarrollo de esta ciencia (Uribe GA., 2010).

## **2.2.-FRICCIÓN: CONCEPTOS FÍSICOS**

### FRICCIÓN

La fuerza de fricción o fuerza de rozamiento es la fuerza que se opone al movimiento relativo de una superficie sobre la otra (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática) (Rossouw PE., 2003). La dirección de la fricción es tangencial a la interface común de dos superficies de contacto (Drescher D y cols., 1989; Nishio C y cols., 2004).

La fricción estática se genera debido a las imperfecciones microscópicas, entre las superficies en contacto (figura 3). Estas imperfecciones hacen que la fuerza entre ambas superficies no sea perfectamente perpendicular a estas, sino que forma un ángulo  $\phi$  con la normal (el ángulo de rozamiento). Por tanto, esta fuerza resultante se compone de la fuerza normal (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento, paralela a las superficies en contacto (Burrow SJ., 2009).

La fricción cinética se genera debido a enlaces o ligaduras entre los átomos de los diferentes objetos involucrados. Por este motivo, la fricción no es una fuerza fundamental, porque deriva de las fuerzas electromagnéticas entre átomos (Burrow SJ., 2009). La fricción cinética máxima es la máxima resistencia que ocurre cuando un objeto empieza a moverse (Frank CA y cols., 1980; Dowing A y cols., 1994).

La fricción no es una propiedad del material, sino que es una respuesta del sistema (Uribe GA., 2010). Por otra parte, estas fuerzas de fricción están limitadas en magnitud y no impedirán el movimiento si se aplican fuerzas lo suficientemente grandes. La fricción no puede ser calculada usando los principios fundamentales, debido a que este debe ser calculado empíricamente (Burrow SJ., 2010).

Cuando dos superficies en contacto se deslizan o tienden a deslizarse una sobre otra, emergen dos componentes de fuerza total. Uno de ellos es el componente de fricción ( $F$ ), de dirección paralela a la pretendida o al movimiento real de desplazamiento y se opone al desplazamiento. El otro componente es la fuerza normal ( $N$ ), que es perpendicular a una de las superficies contactantes o a ambas y al componente de fuerza friccional. La fuerza de fricción es directamente proporcional a la fuerza normal ( $N$ ), así como  $F = \mu N$ , donde  $\mu =$  Coeficiente de fricción. El coeficiente de fricción es específico para cada material y es una constante, su valor varía acorde a las características de superficie de los materiales en contacto (Burrow SJ., 2009).

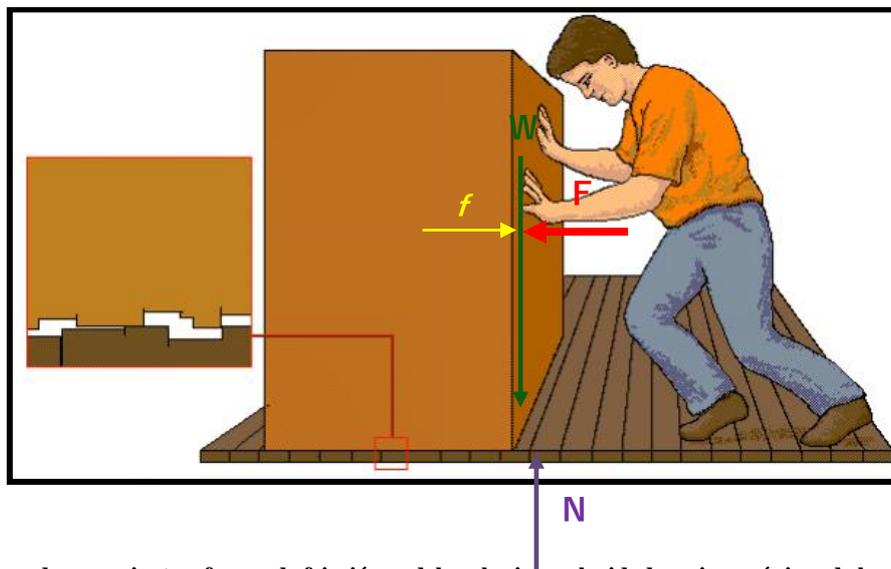


Figura 3. La fuerza de rozamiento o fuerza de fricción se debe a las irregularidades microscópicas de las superficies. Imagen tomada de Brief History of Friction.

### COEFICIENTE DE FRICCIÓN

El coeficiente de fricción (COF, en adelante) depende de las superficies de los dos materiales que están en contacto; su valor se determina en la mayoría de los casos experimentalmente. El COF es una cantidad sin dimensiones simbolizado por la letra griega “ $\mu$ ” y se utiliza para calcular la fuerza de fricción (estática o cinética). El COF es una “característica del material,” se categoriza mejor como “característica del sistema.” El COF depende de variables del sistema como la temperatura, la velocidad, la atmósfera, así como de las características geométricas en la interfase existente entre los dos materiales. Cada material tiene dos coeficientes de fricción: el coeficiente de fricción estática, que es la fuerza necesaria para empezar el movimiento, y el coeficiente de fricción cinética, que es el componente que se opone al deslizamiento de una superficie sobre otra a una velocidad constante. El coeficiente estático de fricción es aproximadamente el doble del coeficiente cinético de fricción (Cacciafesta V y cols.,

2003; Ehsani S y cols., 2009; Brauchli LM y cols., 2011), a excepción de algunos sistemas donde los dos coeficientes son iguales, por ejemplo, el teflón en teflón (Burrow SJ., 2009).

### INERCIA

En física, la inercia es la propiedad de los cuerpos de resistirse al cambio del movimiento, es decir, es la resistencia al efecto de una fuerza que se ejerce sobre ellos. Como consecuencia, un cuerpo conserva su estado de reposo o movimiento uniforme en línea recta si no hay una fuerza actuando sobre él. En física se dice que un sistema tiene más inercia cuando resulta más difícil lograr un cambio en el estado físico del mismo. Los dos usos más frecuentes en física son la inercia mecánica y la inercia térmica. La primera de ellas aparece en mecánica y es una medida de dificultad para cambiar el estado de movimiento o reposo de un cuerpo. La inercia mecánica depende de la cantidad de masa y del tensor de inercia. La inercia térmica mide la dificultad con la que un cuerpo cambia su temperatura al estar en contacto con otros cuerpos o ser calentado. La inercia térmica depende de la cantidad de masa y de la capacidad calorífica (Drescher D y cols., 1989).

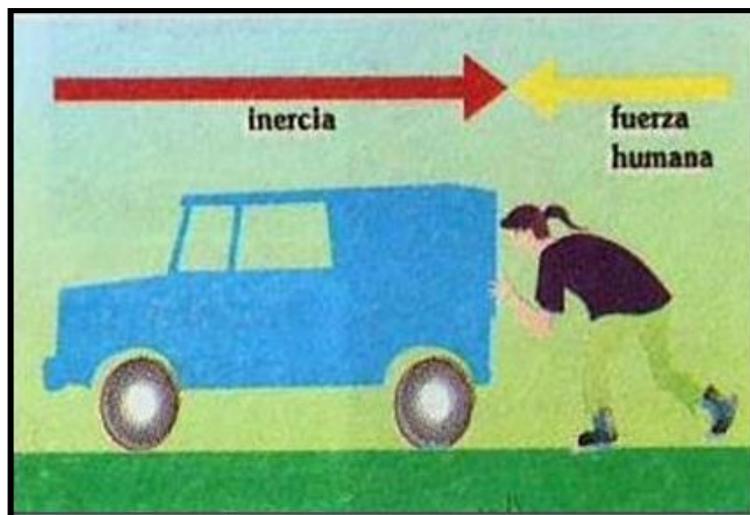


Figura 4. La fuerza en la que se observa el fenómeno de la inercia. Tomado de Brief History of Friction.

### LA FUERZA DE ACCIÓN Y REACCIÓN

En 1687, Isaac Newton publica los resultados de sus estudios en un libro titulado “Philosophiae Naturalis Principia Matemática”, comúnmente conocido como los “*Principia*”. En él hace una verdadera síntesis de la física existente hasta entonces. Toda la física se podría reducir en tres principios conocidos como las leyes de Newton o leyes de la dinámica. La tercera de ellas es completamente original (pues las dos primeras ya habían sido propuestas de otras maneras por Galileo, Hooke y Huygens) y hace de las leyes de la mecánica un conjunto lógico y completo.

Expone que por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo (empuje), este realiza una fuerza de igual intensidad, pero de sentido contrario sobre el cuerpo que la produjo. Hay que destacar que, aunque los pares de acción y reacción tengan el mismo valor y sentido contrario, no se anulan entre sí, puesto que actúan sobre cuerpos distintos. Dicho de otra forma, las fuerzas situadas sobre la misma recta, siempre se presentan en pares de igual magnitud y de dirección, pero con sentido opuesto (Nishio C y cols., 2004).



**Figura 5.** Figura donde se observa el principio de acción y reacción que dio a conocer Isaac Newton. Tomado de Brief History of Friction.

### LA FUERZA NORMAL

En física, la fuerza normal (o  $N$ ) se define como la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre la misma. Esta es de igual magnitud y dirección, pero de sentido opuesto, a la fuerza ejercida por el cuerpo sobre la superficie. Cuando un cuerpo está apoyado sobre una superficie, ejerce una fuerza sobre ella cuya dirección es perpendicular a la superficie. De acuerdo con la tercera ley de Newton o "Principio de acción y reacción", la superficie debe ejercer sobre el cuerpo una fuerza de la misma magnitud y dirección, pero de sentido contrario. Las fuerzas, debido al contacto, son siempre perpendiculares (o normales) a la superficie de contacto (Rossouw PE y cols., 2003).

En general, la magnitud o módulo de la fuerza normal es la proyección de la fuerza resultante sobre cuerpo, sobre el vector normal a la superficie. Cuando la fuerza actuante es el peso, y la superficie es un plano inclinado que forma un ángulo  $\Theta$  con la horizontal, la fuerza normal se encuentra multiplicando la masa por  $g$ , la gravedad, de manera que: (Rossouw PE y cols., 2003)

$$F_N = mg \cos \Theta$$

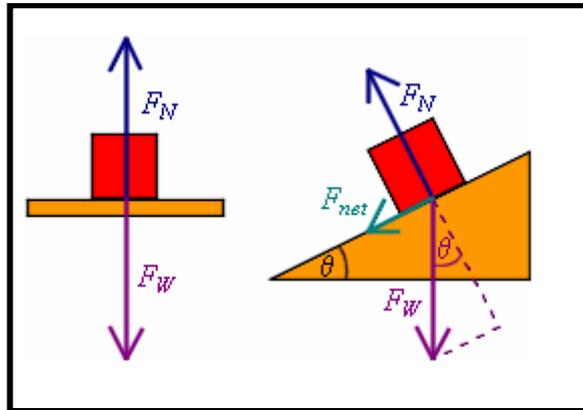


Figura 6. La fuerza normal (N) siempre es perpendicular a la superficie de contacto y está dirigida hacia arriba, es decir, hacia fuera de la superficie de contacto. Demostración de la  $F_N$  en una superficie plana y en un plano inclinado. Tomado de Brief History of Friction.

## 2.3.- FRICCIÓN EN ORTODONCIA

El ortodoncista debe lidiar con muchas variables que solo pueden ser tratadas de una manera cualitativa. Una de las variables es la naturaleza biológica, como la fuerza estructural y las características viscoelásticas del ligamento periodontal o la actividad osteoclástica y osteoblástica del hueso alveolar. Estos tipos de variables biológicas difieren de paciente en paciente y, a pesar, del desarrollo científico conseguido no ha sido posible controlarlo. Otras variables implican ingeniería en los campos de biomateriales y biomecánica. En esta última, el ortodoncista puede tener más control en el manejo de la geometría de la cupla “arco- bracket”; sin embargo, la mayoría de variables que implican ingeniería permanecen incontroladas por los clínicos que hacen que la ortodoncia sea considerada más una forma de arte que una ciencia exacta. El rol de los investigadores en esta especialidad es reducir algunas de las variables, que están relacionados con la fricción, desarrollando mejores aparatos y materiales además de relaciones matemáticas adecuadas. A continuación, serán mencionadas, aclaradas y evaluadas las leyes clásicas de la fricción (Kusy RP y cols., 1997).

### PRIMERA LEY

La primera ley afirma que la fuerza friccional es proporcional a la carga aplicada, que es, la fuerza normal (N) por una constante que es el coeficiente de fricción ( $\mu$ ). Esta ley se cumple en

la mayoría de los materiales. La excepción está en algunos materiales como el teflón a altas presiones que son usados en las torres pórticos del programa espacial. En ortodoncia, todas las cuplas siguen la primera ley sin excepción. La línea de fuerza friccional y la fuerza normal pasa a través del origen cero y tiene una pendiente constante durante el régimen de fuerza relevante, como se ilustra en la Figura 7 (Kusy RP y cols., 1997).

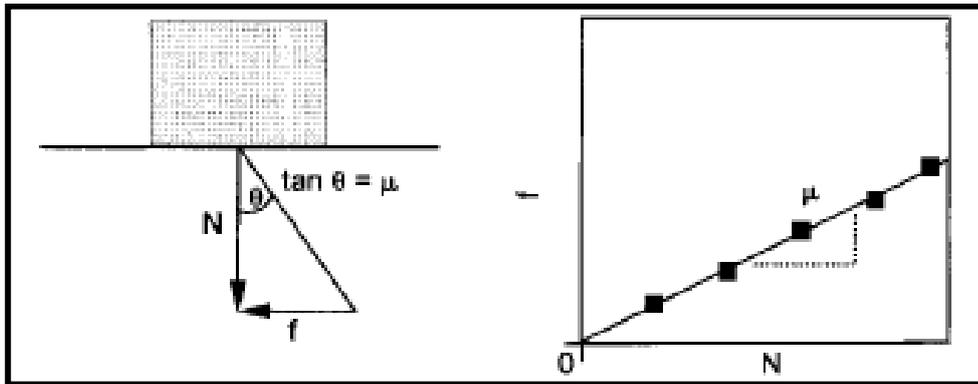


Figura 7. Lado izquierdo: se realiza una representación de la primera ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se cumple la primera ley clásica de la fricción. Cuando un arco de acero inoxidable (SS) se desliza con relación a un bracket de acero inoxidable. Tomado de Kusy RP and Whitley JQ, 1997.

## SEGUNDA LEY

La segunda ley afirma que el coeficiente de fricción es independiente del área de contacto aparente. Esta afirmación sería verdad si las superficies en contacto pudieran deformarse plásticamente (esto es “rendimiento”) hasta alcanzar un área de contacto apropiado. De ese modo, para una fuerza dada, la cupla arco - bracket establece un equilibrio entre sus superficies hasta que la fuerza de fricción da lugar al coeficiente de fricción (Kusy RP y cols., 1997).

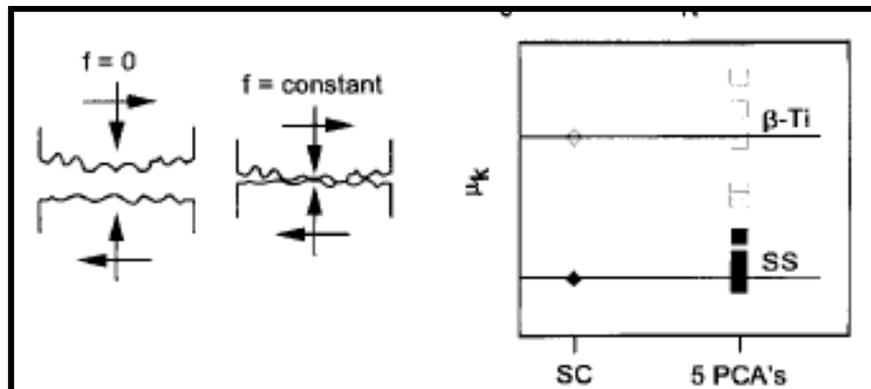


Figura 8. Lado izquierdo: Se realiza una representación de la segunda ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se observa el cumplimiento de esta ley. En este gráfico se observa una comparación entre los brackets monocristalino o “single - cristal” (Zafiro) y 5 tipos de brackets policristalinos (PCA) que se deslizan contra arcos de acero inoxidable (SS) y de Beta-Titanio (B-Titanio). Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

### TERCERA LEY

La tercera ley afirma que el coeficiente de fricción de una cupla es independiente de la velocidad del deslizamiento. La tercera ley, también conocida como La ley de Coulomb, no se cumple en ortodoncia. Los últimos estudios realizados con velocidades de cinco magnitudes diferentes demostraron resultados dispares desde una dependencia positiva a ninguna dependencia. (Figura 9) (Kusy RP y cols., 1997).

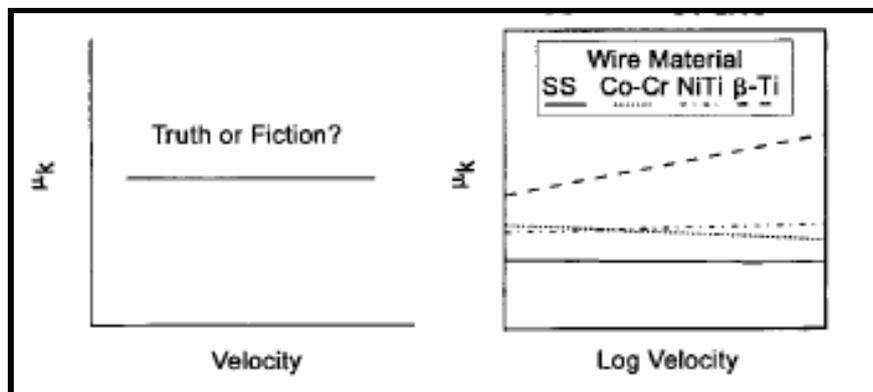


Figura 9. Lado izquierdo: se realiza una representación de la tercera ley clásica de la fricción. Lado derecho: ejemplo donde se observa el NO cumplimiento de esta ley en ORTODONCIA. En este gráfico se observa que cuando se aplica una  $F_N$  de 500 gr, el  $\mu_k$  cambia en los diferentes tipos de arcos (SS, Co-CR, NiTi, B-Ti) en función a la velocidad de su deslizamiento. Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

Las leyes clásicas de la fricción y su relación con la ortodoncia fueron estudiadas y discutidas por Kusy y Whitley. Ellos notaron que muchas leyes permanecen válidas en el contexto de la mecánica de ortodoncia, pero otras no son aplicables. La primera y la segunda ley indican que la fuerza de fricción máxima es independiente del área de contacto, pero depende de la fuerza normal. Si lo aplicamos a la ortodoncia, a medida que aumenta la fuerza, el arco ejerce una mayor presión contra la ranura del bracket ligado y, por consiguiente, también aumenta la fuerza de fricción. Entonces la fricción entre el arco de alambre y la ranura del bracket va a depender de:

- Las fuerzas perpendiculares a las superficies de contacto:
  - Geometría de la Cupla. Cuando la cupla geométrica produce un espacio libre entre el arco – bracket independientemente de la angulación o torque, la fricción clásica es de suma importancia.

- Fuerza, tipo de ligadura y modo de activación del arco.
- Características inherentes del material: el coeficiente de fricción de las superficies puestas en contacto.

Las dos primeras leyes parecen, en general, ser válidas en ortodoncia. La tercera ley, sin embargo, propone que la magnitud de la fricción es independiente a la velocidad de deslizamiento, la mayoría de las veces no se cumple durante el tratamiento de ortodoncia. Esta excepción en el cumplimiento del modelo de fricción clásica es en parte debido a la baja velocidad del movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia, así como a la sugerencia de que la magnitud de la velocidad no es constante en el tiempo (Suárez D y cols., 1995; Kusy RP y cols., 1997; Ward BL., 2007).

## **TIPOS DE FRICCIÓN**

Los dientes no se mueven continuamente, en parte debido a la interacción con la dentición circundante. De este modo, ellos se mueven por altibajos (“jig” and “jog”) que son saltos esporádicos que se asemejan más con la teoría de las placas tectónicas (Ej., la falla de San Andrés-California) que con un rodamiento bien lubricado. Como consecuencia de ello, tanto el coeficiente estático como cinético de fricción son importantes. Existen dos tipos de fuerzas de fricción (Kusy RP y cols., 1997).

### **FUERZA DE FRICCIÓN ESTÁTICA**

Es la resistencia que se debe superar para poner en movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto. La máxima fuerza de fricción estática corresponde al instante en que el cuerpo está a punto de deslizarse. La fuerza de fricción estática, necesaria para vencer la fricción homóloga, es siempre menor o igual al coeficiente de rozamiento estático entre los dos objetos (número medido empíricamente y que se encuentra tabulado) multiplicado por la fuerza normal (Kusy RP y cols., 1997).

### **FUERZA DE FRICCIÓN CINÉTICA**

Es la resistencia de magnitud considerada constante que se opone al movimiento, pero una vez que este ya comenzó (Kusy RP y cols., 1997).

La fuerza cinética, en cambio, es igual al coeficiente de rozamiento dinámico, denotado por la letra griega  $\mu$ , por la normal en todo instante (Kusy RP y cols., 1997).

La relación entre la fuerza  $F$  que se aplica y la fuerza de fricción puede representarse mediante el siguiente gráfico:

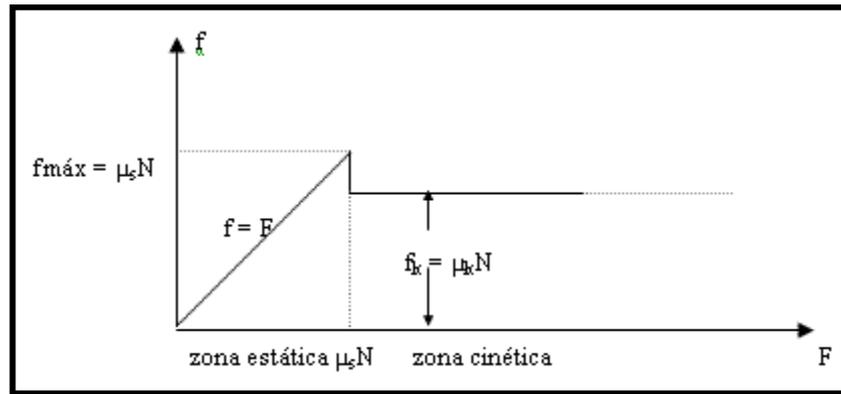


Figura 10. Relación entre la fuerza aplicada y la fuerza de fricción. Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

Si aplicamos una fuerza  $F$  desde 0 y a pesar de seguir aumentando, la fuerza  $F$  se mantiene menor que la fuerza de fricción cuyo valor es  $\mu_s N$ , el cuerpo donde es aplicada la fuerza  $F$  se mantiene inmóvil. Esto es debido a que la fuerza de fricción entre el cuerpo y la superficie es exactamente igual a la fuerza  $F$  aplicada. Estamos en la denominada "zona estática", en que  $f = F$ . Si continuamos aumentando la fuerza  $F$ , alcanzaremos una situación en que  $f = \mu_s N$ . La máxima fuerza de fricción estática y el cuerpo parecerá "liberarse" empezando a moverse, pero esta vez con una fuerza de fricción llamada cinética y cuya relación con la fuerza normal es  $f_k = \mu_k N$  (zona cinética). Donde  $\mu_k$  es el coeficiente de fricción cinético, que debe distinguirse del coeficiente de fricción estático  $\mu_s$ , mencionado más arriba. El  $\mu_s$  se obtiene encontrando el cociente entre la máxima fuerza de fricción (condición a punto de resbalar) y la fuerza normal. De ahí que  $\mu_s N$  nos entrega el valor máximo de la fuerza de roce estático (Kusy RP y cols., 1997).

El coeficiente de fricción estático y el coeficiente de fricción cinético tienen generalmente magnitudes entre cero y uno. Estos coeficientes son determinados experimentalmente y dependen sobre todo de la rugosidad relativa de las superficies en contacto. El coeficiente de fricción estático  $\mu_s$  suele ser mayor que el coeficiente de fricción cinética  $\mu_k$ , debido a que al permanecer en reposo una superficie sobre la otra pueden generarse enlaces iónicos o incluso microsoldaduras en la superficie, factores que desaparecen durante el estado de movimiento. Este fenómeno es tanto mayor cuanto más lisas son las superficies (Kusy RP y cols., 1997).

En 1997, Kusy RP y cols. determinaron matemáticamente que la resistencia al deslizamiento ("*resistance to sliding*" o *RS*; en adelante) con aparatología fija multibrackets se describe como un efecto aditivo de la *fricción clásica (FR)*, que es debido a la fuerza de contacto entre las superficies del arco, el bracket y la ligadura; del *binding (BI)*, que es la deflexión o deformación elástica reversible del alambre sobre las aristas del brackets cuando aplicamos una fuerza horizontal para desplazar un diente, y del *nochting*, que es la deformación plástica o

irreversible del arco sobre las aristas del brackets. La ecuación estaría determinada así: (Kusy RP y cols., 1997).

$$RS = FR + BI + NO$$

Donde RS es la fuerza neta que retarda el movimiento de los dientes; FR puede ocurrir solamente en una configuración pasiva (ej.: fuerza ejercida por una ligadura auxiliar); BI y NO se presentan en configuraciones activas y pueden exceder a la FR. El NO es una condición extrema e indeseable de resistencia a la fricción y es raro en clínica, especialmente durante la fase de alineación en ortodoncia. Los efectos combinados de FR y BI influyen en las fuerzas ortodóncicas ejercidas por los arcos iniciales. El BI, a diferencia de la fricción, puede ser calculado utilizando los principios fundamentales, debido a que el BI es igual al momento de una cupla ( $Mc$ ) y puede ser calculada utilizando la siguiente ecuación  $Mc = F/D$  (Burrow SJ y cols., 2010).

El arco y la ranura del bracket forman una angulación de segundo orden, de ahí se desprende el concepto de ángulo de contacto crítico ( $\Theta_c$ ) para cualquier dupla arco - bracket; que es la angulación en la que el arco contacta con las paredes de la ranura del bracket, sin producir deformación del arco (Kusy RP y cols., 1997).

Articolo y Kusy reportaron que RS es dependiente del BI después que se inicia la configuración activa. El BI fue calculado para casi el 80 % de RS cuando  $\Theta = 7^\circ$  es para todas las cuplas y para casi el 99 % cuando  $\Theta = 13^\circ$  es para una cupla (Burrow SJ y cols., 2009).

En el 2002, Thorstenson y Kusy realizaron diferentes estudios donde investigaron el efecto de la angulación de segundo orden (BI) sobre los brackets de autoligado. Ambos estudios prácticamente llegaron a la misma conclusión: “La RS aumenta proporcionalmente conforme aumentó la angulación de segundo orden” y el BI fue “independiente del diseño del bracket”. Thortenson concluyó que el BI no parece estar influenciado por el método de ligado, debido a que este fue igual tanto en los brackets convencionales como en los brackets de autoligado. Estos dos reportes de laboratorio no respaldan la publicidad que tienen los brackets de autoligado de mover los dientes más rápido (Burrow SJ., 2010; Thorstenson GA y cols., 2002).

Como se comentó anteriormente, el deslizamiento depende de la geometría de la cupla y/o de las características inherente del material, tal como lo estableció Jastrzebski en 1976. En la segunda situación, la FR puede ser subdividida en tres componentes inherentes al material, tales como las ralladuras (“plowing”: PL), las rugosidades entrelazadas (“roughness interlocking”: IN) y el componente de cizallamiento (“shearing component”: SH) (Reznikov N. y cols., 2010; Kusy RP. y cols., 1999).

Las ralladuras (PL) ocurren generalmente cuando un material es más duro que el otro. Cuando el material más duro está en un borde o esquina, el estrés excede su resistencia y el material

más blando es removido. Las rugosidades entrelazadas podrían causar que las asperezas de la superficie de una cupla se engranen con la superficie de la otra cupla. Como resultado de este entrelazamiento, las superficies se mueven mucho menos y la fricción aumenta. Por último, el cizallamiento (SH) podría dominar y como consecuencia las asperezas se pueden desprender y adherirse a otra superficie o de lo contrario caen en la interfase, de esta manera comienza un fenómeno de desgaste. Como consecuencia de esto, el coeficiente de fricción aumenta debido a que la fuerza de fricción también se incrementa. En consecuencia, el coeficiente de fricción es mayor (menos eficiente) y más variable (menos reproducible) (Reznikov N y cols., 2010).

En términos matemáticos, la *RS* podría ser calculada como un efecto aditivo en la que la ecuación es:

$$RS = (FR) + BI + NO$$

$$RS = (PL+ IN+ SH) + BI + NO$$

Los tres primeros términos de la ecuación (Suárez D., 2005) podrían ocurrir en una configuración pasiva (poca o ninguna angulación y torque) y las otras dos podrían ocurrir en una configuración activa (ej.: alta angulación y alto torque). En realidad, en términos de resistencia a la fricción (*RS*), cuando el torque y la angulación es alta, el notching (*NO*) alcanza el infinito y el binding (*BI*) puede ser más alto que la resistencia a la fricción (*RS*) (Reznikov N y cols., 2010)

$$RS = (FR) = (PL+ IN+ SH)$$

Cuando el alambre se dobla contra la pared de la ranura del bracket, no solo ejerce una fuerza sobre la ranura, sino que también, según *la tercera ley de Newton*, toda acción produce una reacción igual y en dirección opuesta. Como consecuencia, la pared de la ranura del bracket también ejerce una fuerza de igual magnitud y de dirección opuesta sobre el alambre. La desviación del alambre crea una fuerza normal “*no axial*” sobre el alambre (Reznikov N y cols., 2010; Drescher D y cols., 1989). Entonces la fricción total generada será la suma de la fuerza normal de la ligadura auxiliar y la fuerza normal procedente del alambre doblado contra la superficie vestibular del bracket, que impide que el alambre se deslice a través de los brackets cuando la mala alineación se está corrigiendo (Reznikov N y cols., 2010).

## **LA FRICCIÓN Y SU COMPORTAMIENTO EN LA FASE DE ALINEACIÓN/NIVELACIÓN Y EN LA FASE DE CIERRE DE ESPACIO**

Controlar la fricción en ortodoncia es un desafío, (Rossouw PE., 2003) debido a que la fricción puede impedir el movimiento de los dientes. La fricción está particularmente asociada con la mecánica de deslizamiento o deslizamiento directo que se produce en el cierre de espacios. Otra

forma relativa de deslizamiento es la que se produce en las primeras fases de alineación y nivelación con arcos redondos superelásticos, flexibles y de sección disminuida, lo que se denomina deslizamiento indirecto. Ambas formas de deslizamiento crean fricción potencial (Reznikov N y cols., 2010).

En el movimiento dental ortodóncico, la fricción estática o cinética resulta de la interacción del arco con el bracket y/o la ligadura. La fricción es solo una pequeña parte de la resistencia al movimiento de un bracket a lo largo de un arco (Burrow SJ., 2009). Para todos los propósitos prácticos, la fricción cinética es irrelevante en el movimiento dental ortodóncico porque el movimiento continuo a lo largo de un arco casi nunca ocurre. El movimiento dental ortodóncico se trata de un proceso termodinámico cuasiestático, lo que significa que el proceso ocurre lentamente y pasa a través de una secuencia de estados que están cerca del equilibrio. Pero existe una diversidad de opinión entre los ortodoncistas sobre este tema, al considerar que ambos tipos de fricción deben ser considerados (Rossouw PE., 2003). La fricción estática es diferente a la dinámica. La primera se produce cuando el arco está recto (fase de cierre de espacios) y la segunda cuando existe una marcada angulación entre el alambre y el eje mayor de la ranura (ángulo de fricción dinámica) (Suárez D., 2005).

La ley de la fricción aplicada al deslizamiento del bracket fue propuesta por Tidy en 1989:

$$RS = \frac{2FhS}{W}$$

Donde:  $RS$  = resistencia friccional.  $W$  = anchura del bracket.  $S$  = coeficiente de fricción entre alambre y ranura del bracket.  $Fh$  = fuerza equivalente que actúa a una distancia  $h$  del arco (Suárez D., 2005).

## FASE DE ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN

Los alambres que se utilizan en la alineación inicial deben suministrar fuerzas ligeras y continuas de alrededor de 50 gr, que es la fuerza óptima para conseguir la inclinación labiolingual y mesiodistal necesaria sin mover las raíces. Además, debe haber como mínimo un margen de 2 milésimas de pulgada (mil) entre el alambre y el bracket, siendo mejor que queden 4 mil para lograr el deslizamiento mesiodistal adecuado (Proffit WR., 2008).

Durante la fase de alineación del tratamiento de ortodoncia, el clínico escoge un arco ligero de bajo módulo elástico. A ser posible debe tener una curva de carga – desviación casi plana, de modo que los alambres suministren la fuerza óptima con casi cualquier grado de desviación (Proffit WR., 2008).

Al colocar el alambre dentro de la ranura del bracket se crean fuerzas internas. Después de la activación, esta fuerza de tensión interna, conocida como “fuerza de alineación”, es utilizada para superar la fricción y permitir la alineación y nivelación del diente. Esta fuerza de ortodoncia está en función de la deformación o deflexión del alambre, del módulo de elasticidad, de la sección transversal del alambre y de la distancia interbrackets:

$$F \propto \frac{IE\delta}{l^3}$$

Donde  $F$ , representa la fuerza;  $I$ , el momento de inercia;  $E$ , el módulo de elasticidad;  $\delta$ , deflexión y  $l$ , longitud del arco (Reznikov N y cols., 2010).

En ausencia de fuerzas orales y diferentes factores (perturbaciones, saliva, placa, etc.), las fuerzas de alineación se dividen en dos componentes: la fuerza de fricción y el potencial de recuperación elástica. La fuerza de fricción es un componente negativo de la fuerza, el cual se presenta en la interfase alambre - bracket y se opone al deslizamiento dentario, mientras que el potencial de recuperación elástica es un componente positivo de la fuerza y se expresa cuando los alambres de bajo módulo de elasticidad utilizados en esta fase recuperan su forma (resiliencia) y se transmite al diente para corregir la mala posición. La fuerza de fricción es restada de esta para obtener la fuerza de alineación neta. La fuerza de alineación neta aplicada sobre el diente debería ser igual o mayor que la fuerza mínima necesaria para iniciar el movimiento dentario (Baker MS y cols., 2009).

### FASE DE CIERRE DE ESPACIOS

Cuando deslizamos un diente para cerrar el espacio de extracción, no se realiza un movimiento continuo de deslizamiento, sino que se produce una concatenación de situaciones estáticas, angulaciones (tipping) y enderezamientos sucesivos, que derivan en la generación del movimiento dental a través del arco y el cierre de espacio de extracción (Drescher D y cols., 1989; Burrow SJ., 2010).

El movimiento ortodóncico durante el cierre de espacios se hace con dos tipos de mecánicas:

#### *Sistemas ortodóncicos sin fricción*

La primera es la mecánica no friccional, con resortes tipo ansas, en donde los dientes se desplazan tras la activación de estas y no se genera desplazamiento del bracket sobre el alambre.

Desafortunadamente, este mecanismo está asociado a rotaciones indeseables de los dientes tanto en el plano sagital como transversal. Para disminuir este efecto es necesario una correcta nivelación de los dientes antes del cierre de espacio (Drescher D y cols., 1989; Uribe GA y cols., 2010; Burrow SJ., 2010).

### *Sistemas ortodóncicos con fricción*

La segunda es la mecánica friccional, que implica desplazar los brackets a lo largo de un arco de alambre presentándose fuerza friccional. Con esta última técnica disminuye el movimiento de rotación de los dientes, pero conduce a la fricción, que retrasa el movimiento del diente y aumenta las necesidades de anclaje (Drescher D y cols., 1989; Uribe GA., 2010; Burrow SJ., 2010).

Para su mejor comprensión esta mecánica puede ser dividida en cuatro fases consecutivas.

*Fase 1.* Antes de la aplicación de la fuerza en dirección mesiodistal y después de una nivelación completa, el arco de alambre se encuentra en la ranura del bracket sin activar (Drescher D y cols., 1989).

*Fase 2.* Simultáneamente con la aplicación de la fuerza en dirección mesiodistal, el diente se angula (tipping) y rota puesto que el punto de aplicación de la fuerza está sobre el centro de resistencia (Drescher D y cols., 1989).

*Fase 3.* La aplicación de la fuerza continua establece una deformidad elástica del arco de alambre. La carga en los puntos de contacto entre el alambre y el bracket aumenta, así como la fricción. Por consiguiente, una porción de la fuerza mesiodistal se pierde. Esta deformidad elástica al mismo tiempo produce una antiangulación y un movimiento antirrotatorio (Drescher D y cols., 1989).

*Fase 4.* En una situación desequilibrada, puede desarrollarse una deformidad permanente del arco de alambre. Obviamente, esta última situación debería ser evitada (Drescher D y cols., 1989).

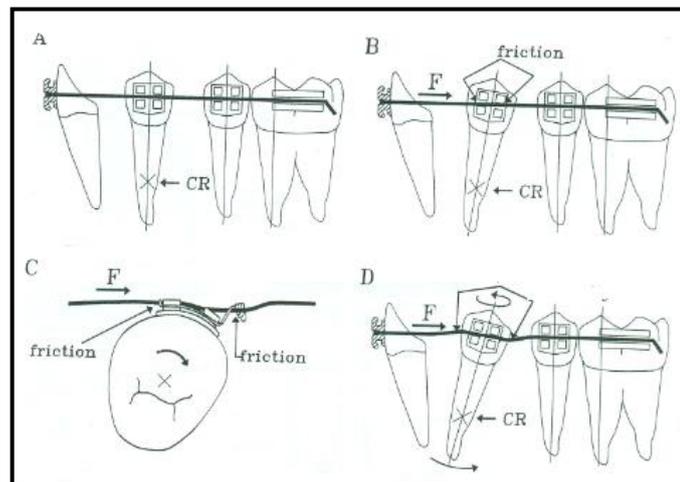


Figura 11. Tres fases del movimiento mesiodistal. En la fase 1, antes de la aplicación de la fuerza mesiodistal y después de la nivelación del arco dental, el arco de alambre se encuentra en la ranura del bracket sin ningún conflicto (A). En la fase 2, con la aplicación de la fuerza mesiodistal, el diente rota tanto en el plano sagital (tip) (B) y en el plano oclusal (C). Además, la fricción es generada en los puntos de contacto entre el bracket y el arco de alambre y entre el arco de alambre y la ligadura. En la fase 3, con una aplicación continua de la fuerza, la deformidad elástica es marcada en el arco de alambre. La carga y, por lo tanto, la fricción en los puntos de contacto aumenta, resultando en una contrafuerza de antitip y antirrotación (flechas). Una fuerza equilibrada es lograda con el diente deslizándose a lo largo del arco con inclinaciones verticales oscilantes (D). Tomada de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

## 2.4. FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A LA FRICCIÓN EN LA MECÁNICA DE DESLIZAMIENTO

La naturaleza de la fricción en ortodoncia es multifactorial. En la literatura sobre ortodoncia existe una gran cantidad de variables que pueden contribuir de manera directa e indirecta a los niveles de fricción en la interface brackets - arco. Las variables que afectan a la resistencia en la fricción en la mecánica de deslizamiento incluyen desde factores físicos (propiedades del alambre, brackets, tipo de ligadura, angulación bracket - arco, etc.) a factores biológicos, como malposición dentaria, fuerzas intraorales, fenómeno de stick - slip, saliva, película adquirida, etc.) (Nanda R., 1998; Rossouw PE., 2003).

<b>Tabla. 1.- Factores que afectan la resistencia a la fricción.</b>	
<b>FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A LA FRICCIÓN</b>	
<b>Arco de alambre</b>	<b>a.Material</b> <b>b.Forma y tamaño de la sección transversal</b> <b>c.Textura de la superficie</b> <b>d.Rigidez</b>
<b>Ligadura del arco al bracket</b>	<b>a.Ligaduras metálicas</b> <b>b.Ligaduras elastoméricas</b>
<b>Bracket</b>	<b>a.Material</b> <b>b.Ancho y profundidad de la ranura</b> <b>c.Doblez de primer orden (in – out)</b> <b>d.Doblez de segundo orden (angulación)</b> <b>e.Doblez de tercer orden (torque)</b>
<b>Aparato de ortodoncia</b>	<b>a.Distancia inter - bracket</b> <b>b.Nivel de la ranura entre los dientes adyacentes</b> <b>c.Fuerzas aplicadas de retracción</b>
<b>Variables intraorales</b>	<b>a.Saliva</b> <b>b.Placa</b> <b>c.Película adquirida</b> <b>d.Corrosión</b>

**Tabla 1. Variables que contribuyen de manera directa e indirecta a los niveles de fuerza friccional entre el arco y el bracket. Tomado de Vaughan JL y cols., 1995.**

## 2.4.1. FACTORES FÍSICOS

### 2.4.1.1. ARCO DE ALAMBRE

#### *a) MATERIAL DEL ALAMBRE*

Los alambres de acero inoxidable ofrecen menor resistencia al movimiento dentario que otras aleaciones ortodóncicas. Las otras aleaciones que utilizamos actualmente fueron popularizadas en la década de 1970 y entre estas se incluyen Elgiloy (RMO; Denver CO), Nitinol (Unitek; 3M, Monrovia,CA) y TMA (Ormco; Glendova,CA). Estos son usados para arcos de alambres y están compuestos por aleaciones de cobalto - cromo - níquel - acero (Cr - Co); aleaciones de níquel - titanio (NiTi), con la opción de adicionar cobalto o cobre y cromo; y aleaciones Titanio ( $\beta$ -Ti), con adiciones de molibdeno, zirconio y estaño, respectivamente. Los alambres de Cr - Co, como los hechos en acero inoxidable, muestran unos bajos niveles de fricción entre el bracket y el arco, tanto con brackets de acero inoxidable como con los de cerámica. Esto implica que la resistencia al movimiento dentario con los alambres de acero inoxidable y de Cr - Co pueden ser comparables. Las fuerzas de fricción entre el arco y el bracket de los alambres de Ni - Ti son más elevadas que las que ejercen con los alambres de acero inoxidable y menores que las que se producen con los alambres de  $\beta$  - Titanio. Esto puede implicar unos niveles de movimiento dental más lentos durante la retracción de los caninos y del cierre de espacio con los alambres de  $\beta$  - Titanio en comparación con los alambres de acero inoxidable y de Cr - Co. Esto se opone a un estudio realizado por Peterson en 1982, liderado por Andreasen, donde demostraron que los alambres de Ni -Ti presentaron una menor fricción cuando se compararon con los de acero inoxidable, al hacer dobleces de segundo orden (gran angulación). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los arcos con cero grados de angulación (Kapila S y cols., 1995; Peterson L y cols., 1982).

El material de los arcos de alambre escogido por los clínicos durante la fase de alineación/nivelación o de cierre de espacio, tiene un efecto significativo sobre la fricción durante el movimiento dentario. Para la alineación y nivelación inicial, los arcos de 0.014" y 0.016" (A-NiTi) y los Cooper - NiTi (Cu-NiTi) han demostrado mejores resultados clínicos. También se notaron mayores magnitudes y variaciones más frecuentes en las fuerzas de fricción por unidad de distancia de recorrido del bracket con alambre de Ni -Ti y  $\beta$  - titanio (TMA) que con alambres de acero inoxidable o Cr - Co (Nanda R., 1998; Kapila S y cols., 1995).

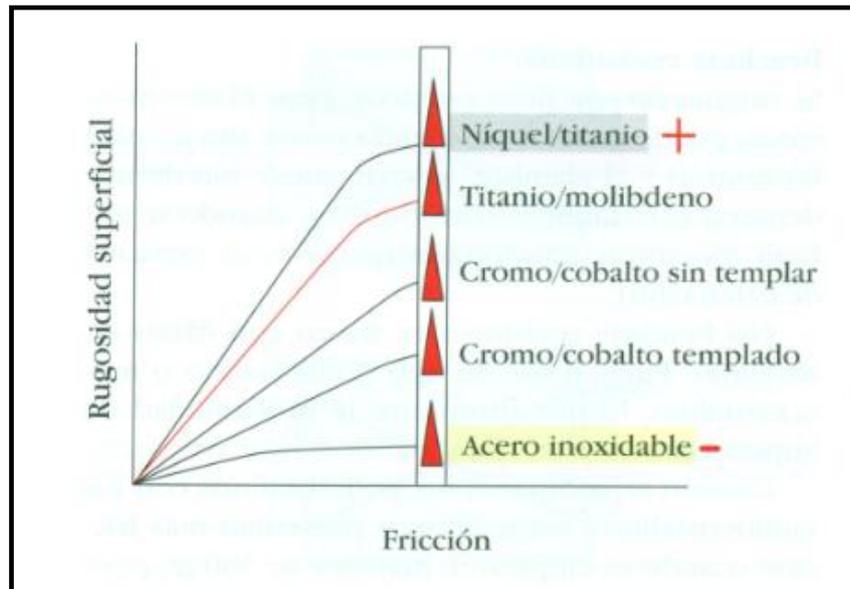


Figura 12. Gráfica en la que se observan, en orden ascendente, los alambres con superficies más rugosas. Tomado de Uribe GA., 2010.

### ***b) FORMA Y TAMAÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL***

En relación a las dimensiones del alambre, algunos autores afirman que cuando se aumenta el grosor del alambre se produce una mayor fuerza de fricción. Por este motivo, los alambres rectangulares se relacionan con valores de fricción más altos que los alambres redondos, debido a una mayor área de contacto entre la ranura del bracket y la superficie del alambre. Sin embargo, esto no es válido para angulaciones brackets - alambre que den por resultado un engrane o indentación. Otros autores creen que la fuerza friccional no depende del área de contacto. En configuración pasiva, los alambres con un área de sección transversal circular tienen el mismo coeficiente de fricción que un alambre con un área de sección transversal cuadrangular o rectangular (0.016 x 0.016" o 0.016 x 0.022"), por la segunda ley de la fricción; mientras que, en una configuración activa, una vez que el BI ha ocurrido, los alambres de mayor sección transversal muestran 1,7 de mayor rigidez (Kusy RP y cols., 1997).

Los alambres que se utilizan en la alineación inicial deben combinar una resistencia y elasticidad excelentes, con un rango de acción muy amplio. Por este motivo, los alambres NiTi son los más adecuados debido a su curva de carga - desviación notablemente plana, y el NiTi superelástico (NiTi austenítico, A - NiTi) es el material de elección. Los alambres de  $\beta$  - titanio (TMA) rara vez son la opción ideal para un arco de alambre inicial (Nanda R., 1998).

En la actualidad existen en el mercado los alambres de NiTi termoelásticos con memoria de forma que sufre un proceso reversible de cambio de fase. Es decir, va de la fase austenítica a la

fase martensítica y viceversa, en función de la temperatura intraoral del paciente. Además, presenta novedosos calibres de 0.013”, 0.015” y 0.017”. Se seleccionará el calibre en función del slot (0.018” o 0.022”) y el índice de irregularidad (suma de las distancias entre puntos de contacto anatómicos adyacentes). Cuanto mayor es este índice, más elástico y de menor calibre ha de ser el arco de alineamiento inicial y la DOD (Suárez D., 2005).

Los alambres utilizados en el cierre de espacio de extracción son de mayor diámetro y menos flexibles como el acero inoxidable (AI), para evitar la deflexión del alambre, que puede aumentar la fricción. Otra razón más para no usar arcos de alambres flexibles durante el cierre de espacio, es que los arcos de alambres flexibles pueden deflexionarse en tanto que la corona del canino se incline hacia distal, lo que puede dar por resultado la extrusión de incisivos (Nanda R., 1998).

### ***c) TEXTURA DE LA SUPERFICIE***

El estudio de la textura superficial del alambre se ha realizado con diferentes instrumentos desde la reflectancia especular (Técnica Helio - Neón) hasta el escáner electrónico micrográfico. Todos los estudios muestran que los alambres de acero inoxidable (AI) tienen la superficie más lisa, seguidos por los de Cr - Co,  $\beta$  - titanio y NiTi en orden creciente de aspereza superficial. Como la fuerza de fricción aumentó en el mismo orden de la aspereza superficial, se estableció una correlación directa entre la aspereza superficial y las características de fricción de los diferentes materiales del alambre. En un estudio realizado posteriormente por Kusy y Whitley encontraron que no existe dicha correlación de aspereza superficial y coeficiente de fricción con los alambres NiTi y  $\beta$  - titanio, debido a que los alambres de  $\beta$  - titanio a pesar de no ser los más ásperos, tuvieron la fricción más alta. Estos investigadores llegaron a la conclusión de que no se puede usar la aspereza superficial como indicador de las características de la fricción en la mecánica de deslizamiento (Kusy RP y cols., 1997; Nanda R., 1998).

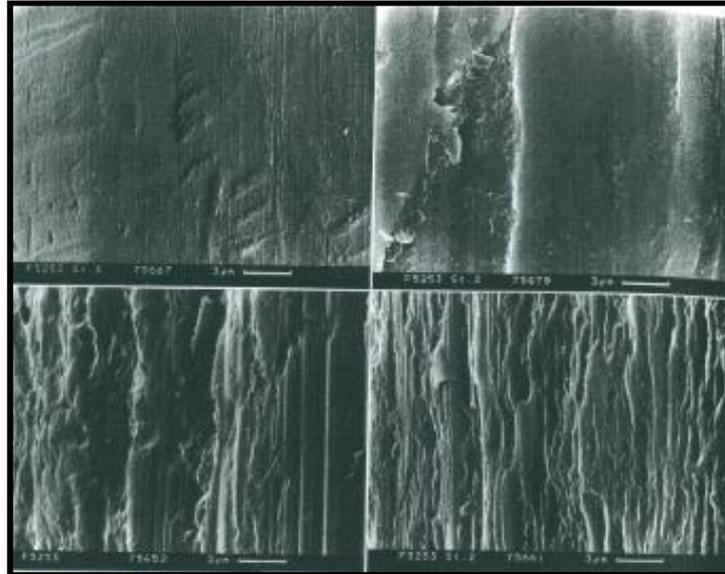


Figura 13. Escáner electrónico micrográfico (magnificación original x 5000) de las aleaciones examinadas representan una relación directa entre la textura superficial y fricción, que aumenta en la siguiente orden. Acero inoxidable – superficie lisa (A), Elgiloy blue – relieve plano (B), Nitinol – textura de superficie más gruesa y Beta – Titanio, textura superficial muy cruda. Tomado de Drescher D y cols., 1989.

#### d) RIGIDEZ

La rigidez es la resistencia de un material a la deformación plástica localizada. La rigidez es la cantidad de F requerida para doblar o deformar un alambre a una distancia definida. La pendiente de la porción elástica de la curva fuerza - deflexión es proporcional a la rigidez del alambre (Uribe GA., 2010).

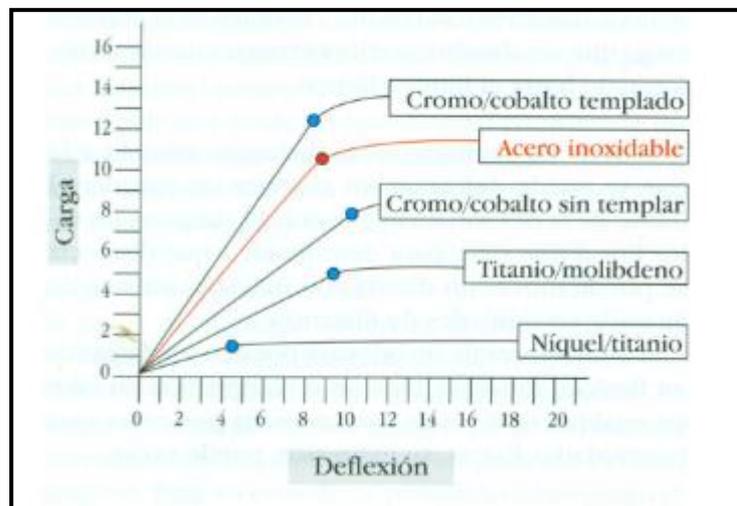


Figura 14. Curva de carga/deflexión comparativa de los alambres más utilizados en ortodoncia. Tomado de Uribe GA., 2010.

El diámetro o la sección transversal del alambre hacen variar mucho la rigidez. Duplicar el diámetro de un alambre sostenido- soportado entre dos brackets- aumentará la rigidez en función de la cuarta potencia (Uribe GA., 2010).

$$\Delta Rigidez = \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^4$$

Mientras que la rigidez varía directamente con el cubo del grosor y la primera potencia del ancho.

$$\Delta Rigidez = \left( \frac{G_2}{G_1} \right)^3 \left( \frac{A_2}{A_1} \right)$$

En ortodoncia, cuando se analiza la incidencia real de la distancia interbracket en un sistema de F, se deben tener en cuenta los factores que le quitan y le dan mayor rigidez, ya que estos afectan directamente, a la configuración de la curva carga/deflexión ( $\Delta$ ) en los alambres que almacenan la fuerza y entregan la fuerza para mover los dientes. Un sistema de F en ortodoncia se comporta de manera igual a como lo harían las vigas en ingeniería. Las vigas son los alambres soportados en uno de sus extremos o en ambos, las columnas que soportan las vigas son los dientes y las agarraderas que unen las columnas son los brackets. Una fuerza aplicada sobre estas vigas elásticas ocasiona una deflexión, que es reversible dentro del límite elástico del material. La longitud de la viga también disminuye su rigidez; cuando se duplica la longitud se disminuye ocho veces la rigidez (Uribe GA., 2010; Nanda R., 1998). A partir de esta comparación, el clínico podrá analizar el comportamiento del arco, para saber, de antemano, que tan rígido o flexible será el sistema de F que empleará (Uribe GA., 2010).

$$\Delta Rigidez = \frac{KxExI'}{L^3}$$

La K es la constante de ligación, E es el módulo elástico o material de fabricación del alambre e I' es el grosor o sección transversal del alambre, estos tres factores aumentan la rigidez. L es la longitud del alambre, este es el único factor que disminuye la rigidez. Cambiar el módulo de elasticidad de los alambres depende del material de fabricación. Actualmente existe la posibilidad de utilizar una gran cantidad de aleaciones con rigidez y desempeños mecánicos diferentes. Los más utilizados en ortodoncia son el acero inoxidable, el cromo - cobalto, el NiTi y el  $\beta$ -titanio. Las aleaciones de acero inoxidable y de Co-Cr tienen módulos de elasticidad (E) bastantes comparables, de 195 GPa (28,2 Msi) y 196 GPa (28,5 Msi), respectivamente. El  $\beta$ -titanio

y NiTi convencional tienen valores de E de 1/3 y 1/6 menos, respectivamente y el alambre de NiTi con un E = 33,4 GPa (4,85 Msi) será más propenso a sufrir daños, ya que se acopla con la ranura (Kusy RP y cols., 1997).

Cuando un arco se acopla a la ranura del bracket, ambos deberían tener durezas similares. El conocimiento de la mecánica de deslizamiento sugiere que el bracket debe ser más duro que el arco, debido a que su superficie no se repone, a diferencia del arco de alambre. Sin embargo, los resultados experimentales muestran que los materiales del que son hechos los brackets son más blandos, mientras que las aleaciones de los arcos son más duras, debido a que estos dan valores más bajos de coeficiente de fricción cinética (Kusy RP y cols., 1997).

#### **2.4.1.2. BRACKETS**

##### ***a) MATERIAL***

Tradicionalmente, tres cientos tipos de aceros inoxidable han sido usados extensivamente para la fabricación de brackets. Los componentes principales de estas aleaciones ferrosas austeníticas son el cromo y el níquel para la resistencia a la corrosión, el níquel para la estabilización de la fase única y el carbón en baja proporción para prevenir el agotamiento del cromo a través de la formación de carburo (Kusy RP y cols., 1997).

Mediante muchas investigaciones se ha demostrado que los brackets de acero inoxidable, al ser usados con arcos de la misma aleación, presentan menor resistencia friccional. El proceso de fabricación de los brackets también es un punto a tener en cuenta porque generan superficies con cierto grado de irregularidad (surcos, partículas metálicas, estrías, etc.) que aumentan el coeficiente de fricción. Los brackets de acero inoxidable sinterizados, a diferencia de los brackets de acero convencional, se elaboran sin que el acero llegue a ebullición completamente y se da por unión de partículas. Las partículas de acero inoxidable son comprimidas para dar una forma contorneada, suave y redondeada. Este procedimiento es opuesto a la elaboración anterior, en la cual, con el proceso de corte y fresado se deja ángulos punteagudos grandes y rugosos. La fricción de los brackets sinterizados es, aproximadamente, del 40 % al 45 % menos que los de acero convencional. Los investigadores atribuyen esto a las diferencias en la textura superficial de los brackets, pero aún no hay suficiente evidencia científica para explicarlo (Uribe GA., 2010; Vaughan JL., 1995).

Además del acero inoxidable, se han investigado otras clases de materiales para la elaboración de los brackets tales como polímeros (policarbonato), cerámica (alúmina o circonio) y el metal titanio. El policarbonato es un polímero muy resistente al impacto que es propenso al

“agrietamiento”. Estos poros interconectados aparecen después de una fuerza mecánica o por la presencia de fluidos que bajan la tensión superficial. Como los fluidos corporales quedan atrapados en estos microporos, ellos serán receptores de cultivos de bacterias provocando finalmente cambio de color y olor. A la inversa, las cerámicas, como la alúmina y el circonio son bastantes estables e impermeables a los ataques químicos. La alúmina es usada tanto en forma monocristalina o “single - cristal” (SC) y policristalinos (PCA), lo que disminuye la probabilidad de imperfecciones estructurales. El primero (zafiro) tiene diferentes características que dependen de la direccionalidad (denominada “anisotropía), mientras que el segundo es independiente de la direccionalidad (término “isotrópico”) (Kusy RP., 1997; Uribe GA., 2010).

Los brackets cerámicos dificultan notablemente el movimiento, debido a la alta fricción que se presenta entre la ranura del bracket y el alambre. Una posible explicación es que las cerámicas tienen un mayor coeficiente de fricción que el acero inoxidable debido a su superficie más rugosa y porosa comparada con el acero (Angolkar PV y cols., 1990; Dickson J y cols., 1996; Dowing A y cols., 1994; Ireland AJ y cols., 1991; Keith O y cols., 1993; Loftus BP y cols., 1999; Omana HM y cols., 1992; Pratten DH y cols., 1990). Por este motivo, los brackets cerámicos tienen incorporado ranuras metálicas, disminuyendo la fricción en el deslizamiento, sin perder la estética que estos ofrecen (Cacciafest V y cols., 2003). Actualmente, en el mercado se presenta brackets cerámicos con ranura de oro - paladium que parecen ser una buena alternativa durante el cierre de espacio en la mecánica de deslizamiento (Doshi UA y cols., 2011). Algunos estudios concluyen que los brackets cerámicos de tipo policristalinos (PCA) presentan más fricción que los monocristalinos (Zafiro) cuando se emplean F mayores de 500 g/f, pero cuando se utilizan fuerzas bajas no hay diferencias significativas (Uribe GA., 2010). Omana HM y cols., en 1992, mostraron que la diferencia en la estructura cristalina no produce una reducción significativa en la fricción; sin embargo, encontraron que los brackets cerámicos, elaborados por inyección, la reducen en comparación con cualquier otro tipo de brackets cerámico. Los brackets de circonio son los más duros entre todas las cerámicas, esta ventaja es compensada por la estética pobre, su color va desde el verde claro al amarillo claro, dependiendo de las adiciones de óxido de itrio, magnesio, calcio, etc (Kusy RP y cols., 1997). A pesar de la ventaja estética, los brackets cerámicos presentan algunos problemas clínicos tales como, fragilidad importante, en ocasiones se rompe alguna aleta del bracket donde se ata la ligadura, daño iatrogénico al esmalte durante su descementado, desgaste del esmalte del diente opuesto y alta resistencia friccional a la mecánica de deslizamiento en aquellos brackets sin ranura metálica (Cacciafest V y cols., 2003).

En la actualidad existen muchas clases de brackets cerámicos, pero son los brackets estéticos con una capa de sílice, los únicos que muestran mínima fuerza friccional, comparable a los brackets convencionales de acero inoxidable (Jung MH y cols., 2013).

Para evitar la sensibilidad al níquel se han desarrollado brackets de titanio que se realizan en Alemania y Escandinavia, y que se ofrecen como una alternativa a los aceros inoxidable que contienen del 8 % al 25 % de níquel (Nanda R., 1998).

### ***B) ANCHURA DEL BRACKET Y DISTANCIA INTERBRACKET***

El ancho mesiodistal del bracket ha sido un tema polémico. En la literatura científica encontramos estudios donde se demuestra que el ancho del bracket no produce diferencias en la fricción. Mientras que otros estudios encontraron que al incrementar el ancho del bracket aumentaba la resistencia al rozamiento. Por otra parte, también hay informes sobre la disminución de la resistencia a la fricción con el aumento del ancho del bracket (Uribe GA., 2010).

Durante el deslizamiento directo, la anchura mesiodistal del bracket juega un papel importante, inclusive por encima del método de ligado. Estudios recientes concluyen que cuando aumenta la anchura del bracket, disminuye el binding porque el ángulo crítico disminuye y por consecuencia la resistencia al deslizamiento. Mientras que los brackets estrechos incrementan significativamente la fricción con dobleces de segundo orden mayores a 30°, los brackets anchos la incrementan también, pero no tanto, porque el ángulo crítico es menor. Además, los brackets anchos necesitan menor F de ligadura y mayor estiramiento de ligaduras, en consecuencia, menor fricción. Los brackets estrechos entregan F más bajas, mayor fricción y hay menor control de movimiento (Uribe GA., 2010).

El ancho del bracket también se vincula con la distancia entre brackets (interbrackets). Cuanto más angosto sea el bracket, habrá más longitud del alambre interbracket y, por consiguiente, mayor flexibilidad del alambre. Por ello, el ancho del bracket puede tener un efecto indirecto sobre la fricción, ya que un aumento en el tramo de alambre interbracket reduce la rigidez del alambre y da como resultado mayor posibilidad de engrane o enclavamiento. Así mismo, los brackets más angostos tienen menor control rotacional y de inclinación, debido a la sección más pequeña del arco de alambre incluido en la ranura del bracket (Nanda R., 1998).

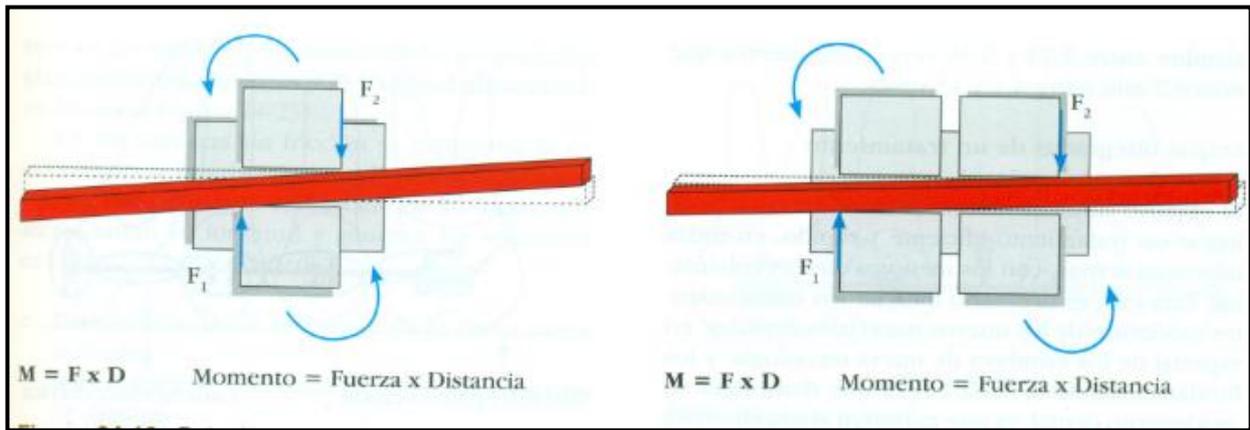


Figura 15. A. Relación mesiodistal de un alambre rectangular y la ranura en brackets sencillos y estrechos que forman un ángulo crítico  $\theta_c$  grande e incrementan la fricción. B. Relación mesiodistal de un alambre rectangular y la ranura en brackets gemelos y anchos forman un ángulo crítico  $\theta_c$  pequeño y reducen la fricción. Tomado de Uribe GA., 2010.

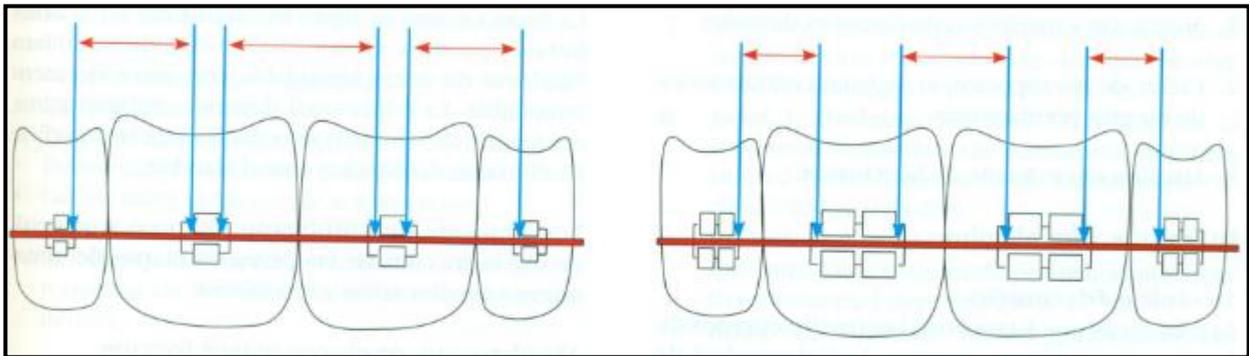


Figura 16. A. Aumento de la distancia interbracket en brackets sencillos y estrechos. B. Aumento de la distancia interbrackets en brackets gemelos y anchos. Tomado de Uribe GA., 2010.

La cantidad de inclinación en el punto de contacto entre el alambre y la esquina del bracket está en función del ancho del bracket. Los brackets Damon tienen 2,67 mm de ancho, los SmartClip 2,79 mm y los Victory 3,81 mm. Cuando la fuerza es aplicada sobre el bracket del canino, un momento de fuerza es creado ( $M_f$ ). Para contrarrestar el momento de fuerza, un momento de cupla es creada ( $M_c$ ). El  $M_c$  es igual a la fuerza que se genera en los bordes del bracket y depende del ancho del bracket. ( $W$ ) El momento máximo de binding cuando un diente es movido a lo largo de un arco es ( $M_{BM}$ ) =  $FWX/L$ . Para evaluar el efecto que el ancho del bracket tiene sobre el movimiento del diente a través del arco, nosotros necesitamos reemplazar algebraicamente  $M_c = FW$  a  $F = M_c/W$ . Sustituyendo la ecuación dentro del momento de doblado máximo nos da:

$$M = \frac{FWX}{L} = \frac{M_c}{W} \frac{WX}{L}$$

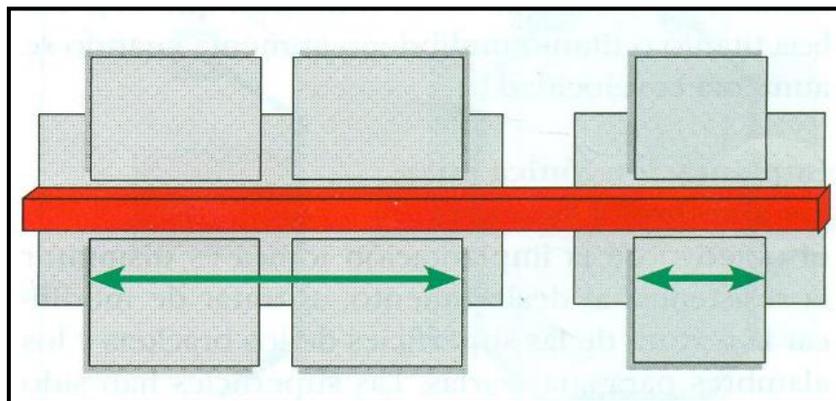
Sustituyendo  $(L - W)$  por  $X$  nos da:

$$M = \frac{\frac{Mc}{W}W(L-W)}{L} = \frac{Mc(L-W)}{L}$$

Esto nos muestra que cuando el ancho ( $W$ ) del bracket aumenta, el momento de doblado máximo decrece. Como consecuencia, un bracket estrecho genera momentos mayores (fuerzas altas en los bordes del bracket) que un bracket ancho. Aunque la geometría del bracket, particularmente el ancho, influye sobre la resistencia al deslizamiento, es importante mantener siempre en mente que el factor limitante del movimiento del diente parece ser la respuesta biológica de la fuerza mecánica del aparato de ortodoncia (Burrow SJ., 2009).

### ***c) ANCHO, PROFUNDIDAD Y GEOMETRÍA DE LA RANURA***

El efecto de la geometría del bracket, es debido esencialmente al diseño de la ranura, pues de esta depende el área de contacto de ambas superficies. Estas pueden ser de paredes planas o curvas al igual que el fondo. Se ha comprobado que las ranuras cuyo fondo es curvo o tiene protuberancias, disminuyen el área, por lo que presentan menores fuerzas de fricción. Las últimas investigaciones demostraron que el área de contacto no es el factor mecánico más incidente con respecto a la fricción (Uribe GA., 2010).



**Figura 17.** El área de contacto es poco significativa para la fricción, no importa el tamaño del bracket. Tomado de Uribe GA., 2010.

En una configuración pasiva, la ranura de 0.018” se comporta igual que la ranura de 0.022” para una aleación de alambre y un material de bracket determinado. Solo cuando ocurre el binding,

la fuerza de fricción difiere, porque cambia de acuerdo con las dimensiones relativas del tamaño del alambre, tamaño de la ranura y el ancho del bracket (Kusy RP y cols., 1997).

#### ***d) DISEÑO DEL BRACKET***

Los sistemas de autoligado tienen sus comienzos con el arco de canto (1915). El Dr. Angle diseñó un bracket con un pin que atravesaba la aleta gingival y la incisal, cerrando así el slot. La idea de un sistema de brackets libre de ligaduras fue desarrollada por primera vez por Russel en 1935. Russel diseñó un nuevo prototipo, que añadía una tuerca como mecanismo de cierre de la ranura del bracket, impidiendo así la salida del arco al bloquear la entrada y dotando de una cuarta pared a la ranura del bracket. El sistema requería una llave de activación con la que se podía controlar la presión sobre el arco. Unos años más tarde, se presentó un bracket diseñado por el Dr. Stolzemberg y varios nuevos diseños posteriores a la década de 1970, que luego fueron dejados de lado por no tener éxito clínico ni comercial. Se trata de una época en la que el arco de canto, según las bases sentadas por Angle, era el aparato de moda. El auge de los autoligables surge nuevamente en 1990 con la aparición de Time en 1994, Damon SL en 1996 y Twinlock en 1998. Los brackets de autoligado han disfrutado de una popularidad renaciente en la última década. Se podría decir que esta vez los brackets autoligables pueden convertirse en otro de los grandes avances o paradigmas en nuestra disciplina (García Espona JI y cols., 1997; Nuñez LN., 2010). Entre las principales ventajas de los sistemas autoligables sobre los aparatos convencionales, tenemos la reducción de la fricción, ligadura más fuerte, más eficiencia en el movimiento de los dientes y en la mecánica de deslizamiento y un mayor control de rotación (García Espona JI y cols., 1997; Nuñez LN., 2010).

Se han presentado diferentes brackets que, por su diseño, reducen de manera significativa la fuerza aplicada sobre el alambre por la ligadura. Entre las que tenemos los brackets de autoligado activo (BAA) y pasivo (BAP). Entre los BAA tenemos In Ovation - R e In Ovation - C (GAC Internatinal, Bohemia, NY), SmartClip y Time 3 (3M Unitek American Orthodontics, Shegoygan, WIS), dentro (BAP) tenemos Carrier, Damon - 3Mx y Damon Q (SDS Ormco, Glendora, Calif), Clarity SL pasivo (3M Unitek American Orthodontics, Shegoygan, WIS) y los brackets de baja fricción como Synergy (RMO Inc., Denver, CO). El bracket Synergy tiene un diseño inteligente, un manejo sencillo y además es de precio asequible. Presenta tres aletas con la central sobreelevada para impedir el contacto alambre - ligadura y la ranura redondeada en sus extremos, para facilitar la inserción de los arcos rectangulares (Suárez D y cols., 1995).

Los brackets convencionales tienen tres paredes en su ranura (la pared horizontal gingival, la pared horizontal oclusal y la pared vertical) mientras que los brackets de autoligado tienen una

pared facial adicional (puerta/clip deslizante en el tipo pasivo o un clip en el tipo activo) que los brackets convencionales no tienen (Heo W y cols., 2011).

A pesar de que, en el año 1991, Vendar reportó que los brackets de autoligado tenían bajos niveles de fricción cuando se comparaban con los metálicos convencionales y con los cerámicos. Hasta la fecha, las investigaciones sobre los sistemas autoligables se limitan principalmente a reporte de casos y análisis retrospectivos y en menor proporción ensayos clínicos. Las promesas clínicas de estos sistemas autoligables no se reflejan en los resultados de estas investigaciones (Uribe GA y cols., 2010; Nuñez LN., 2010).

Como se ha mencionado anteriormente, existen básicamente dos tipos de sistemas autoligables: los pasivos y los interactivos o mal llamados activos. Los pasivos son aquellos en los cuales el clip de cierre nunca presiona o empuja al arco hacia el fondo de la ranura y sus clips pueden ser rígidos o flexibles. Cuando el clip de los brackets de autoligado se cierra, el lumen de la ranura está totalmente llena. El propósito del clip activo es colocar el arco contra la pared posterior de la ranura o pared vertical para el control de torque y rotación (Damon DH., 1998). Las rotaciones se podrían expresar si usamos arcos flexibles de alta tecnología que no lleguen a llenar totalmente la ranura del bracket, tanto en dirección labiolingual como bucolingual. Pero es recomendable usar hasta 0.019 x 0.025” en ranuras de 0.022 x 0.028”. Para mantener el control rotacional, el bracket debería medir 0.1” desde el borde del clip al borde opuesto de la ranura (profundidad de la ranura). Si esta dimensión es menor a 0.1”, el tamaño del arco se debería aumentar para aumentar el control, el cual aumentaría la fricción y la fuerza expresada sobre los dientes (Damon DH., 1998). En los brackets de autoligado activo, la energía para el control de rotaciones se deriva del clip, mientras que en los brackets de autoligado pasivo la energía se almacena y es expresada con los arcos de alta tecnología. El cambio del arco y los intervalos de citas están programadas para permitir la irrigación vascular ininterrumpida en el ligamento periodontal y el hueso circundante (Damon DH., 1998).

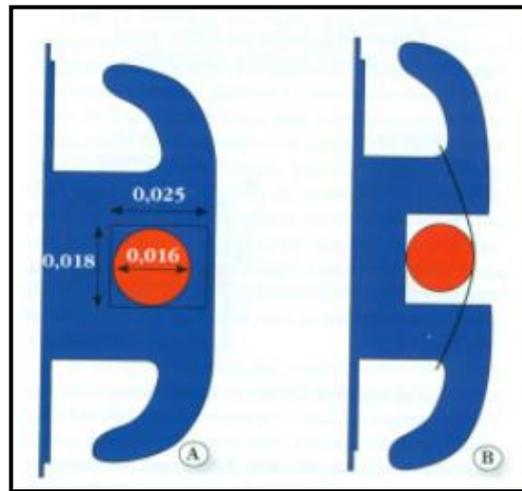


Figura 18. Juego de primer orden. Perfil de un bracket en cuya ranura hay un alambre de sección transversal redonda de 0.016". Las diferencias entre las dimensiones .025 y .016" es el juego de primer orden. En A existe un juego de primer orden por el sistema de ligado pasivo. En B la ligadura adosa el alambre contra el fondo de la ranura, anulando el juego de primer orden. Tomado de Uribe GA., 2010.

#### *e) VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO*

Las leyes de la fricción afirman que la fricción es independiente de la velocidad del deslizamiento, pero en ortodoncia como comentamos anteriormente no se cumple. La fricción del arco Cr - Co (Elgiloy) disminuye cuando la velocidad de deslizamiento aumenta, mientras que la del arco  $\beta$  - titanio aumenta cuando la velocidad del deslizamiento aumenta, la causa de esto es la "soldadura en frío". El fenómeno de soldadura en frío es un fenómeno físico que consiste en que los alambres fabricados en aleaciones de  $\beta$  - titanio o titanio - molibdeno (TMA) se pegan (suedan) en las ranuras de los brackets de acero inoxidable y no los dejan deslizar en las técnicas con fricción. En estas zonas de "soldadura en frío" es donde se genera más tensión y, por tanto, mayores fracturas (Uribe GA., 2010; Mendes K y cols., 2003).

#### *f) ANGULACIÓN DEL BRACKET-ALAMBRE*

De la angulación de segundo orden que forma el arco y la ranura horizontal del bracket se desprende el concepto de ángulo de contacto crítico ( $\theta_c$ ) para cualquier dupla arco - bracket, que es la angulación en la que el arco contacta con las paredes de la ranura del bracket sin producir deformación del arco. El ángulo de contacto crítico ( $\theta_c$ ) depende principalmente de la geometría de la ranura del bracket. Estudios previos han evaluado que el ángulo de contacto crítico ( $\theta_c$ ) donde se dan los fenómenos comentados anteriormente- binding y notching- impiden el deslizamiento en

ortodoncia. Se ha demostrado que a mayor ángulo existente entre el eje del alambre y el eje de la ranura, mayor es la fuerza de fricción (Artículo LC y cols., 1999).

Lo que se conoce al menos implícitamente, es que el binding juega un papel cada vez mayor a medida que aumenta el ángulo de contacto ( $\theta$ ). En este sentido se cree que existen tres etapas (Kusy RP y cols., 1999):

a. Una fase temprana, cuando  $\theta$ , es igual o excede al  $\theta_c$  (ej.  $\theta \geq \theta_c$ ). Tanto la FR como el BI contribuye a restringir el deslizamiento, por lo que la ecuación se reduce a (Kusy RP y cols., 1999):

$$RS = (PL + IN + SH) + BI = FR + BI$$

Bajo estas circunstancias el deslizamiento es impedido de alguna manera, aunque ni la FR ni el BI domina al otro y el NO es insignificante (Kusy RP y cols., 1999).

b. Una fase intermedia, cuando  $\theta$  es claramente mayor que el  $\theta_c$  (ej.  $\theta > \theta_c$ ) aumenta el BI y limita el deslizamiento, ya que la fricción clásica llega a ser solo una pequeña parte del BI (ej.  $BI \gg FR$ ). Además, la ecuación anterior se reduce en (Kusy RP y cols., 1999):

$$RS \approx BI$$

c. Una fase posterior, donde  $\theta$  es mucho más grande que  $\theta_c$  ( $\theta \gg \theta_c$ ), tanto la FR como el BI llegan a ser insignificantes en relación al NO (ej.  $NO \gg BI \gg FR$ ). Como consecuencia, el deslizamiento es imposible. En este caso especial de BI hace que la RS alcance el infinito. Por lo tanto, la ecuación se simplifica a (Kusy RP y cols., 1999):

$$RS \approx NO \approx \infty$$

En 1998, se reportó una teoría matemática que estuvo basada en la geometría relacionada con la cupla arco - bracket. Bajo la premisa de que el deslizamiento ocurre en una configuración pasiva, es decir, cuando el tamaño efectivo del arco (“SIZE”) es menor que el ancho de la ranura del bracket (“SLOT”). Matemáticamente esta premisa puede ser definida como “espacio libre” (“DELTA”) (Kusy RP y cols., 1999):

$$DELTA = SLOT - SIZE > 0$$

Cuando la angulación (o lo que es más, el torque) hace que el arco llene totalmente la ranura del bracket (Kusy RP y cols., 1999):

$$\text{DELTA} = \text{SLOT} - \text{SIZE} = 0$$

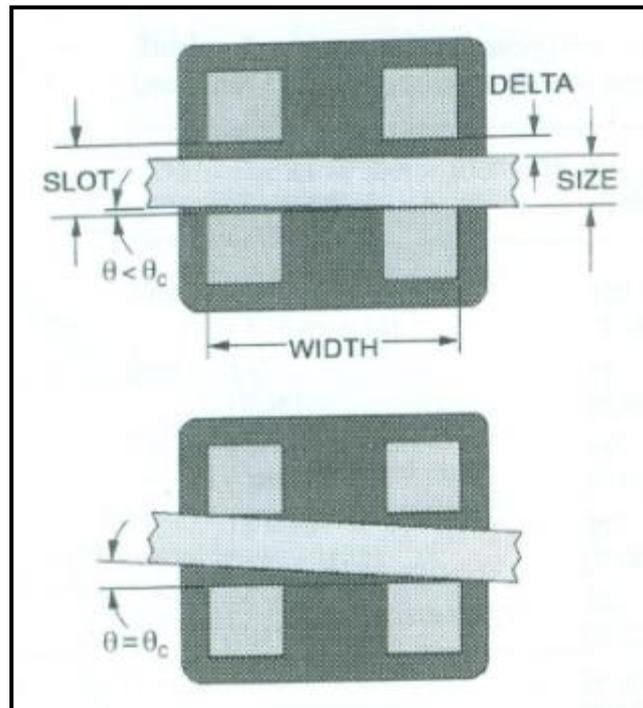


Figura 19. Ilustraciones esquemáticas de una cupla arco/bracket. En la configuración pasiva, cuando  $\theta < \theta_c$  (arriba) – esto es, cuando el ángulo de contacto ( $\theta$ ) es menor que el ángulo de contacto crítico ( $\theta_c$ ) como resultado de la angulación; y en la configuración activa, cuando  $\theta \geq \theta_c$  (abajo). Juntos estas ilustraciones definen los tres parámetros geométricos de importancia (tamaño, ranura y ancho). El espacio arco – bracket (Delta = ranura - tamaño) y la relación de  $\theta$  a  $\theta_c$ . Tomado de Kusy RP and Whitley J., 1999.

El BI es inminente y por consecuencia el  $\theta_c$  se alcanza. Esta configuración activa está en función de varios parámetros geométricos, como el ancho del bracket “WIDTH”, la ranura “SLOT” y el tamaño “SIZE”. Si se supera el ( $\theta_c$ ), el BI podría obstruir la mecánica de deslizamiento. La fórmula para el ( $\theta_c$  por BI podría ser expresado de la siguiente manera (Kusy RP. y cols., 1999):

$$\theta_c = \cos^{-1} \frac{(\text{SIZE})^2 - (\text{WIDTH})^2}{(\text{SIZE})(\text{SLOT}) \pm (Z)^{0.5}} \quad (1)$$

$$Z = (\text{WIDTH})^2 \left[ -(\text{SIZE})^2 + (\text{SLOT})^2 + (\text{WIDTH})^2 \right] \quad (2)$$

Reemplazando la ecuación (2) en (1) se derivó la ecuación (3):

$$\frac{SIZE}{SLOT} = \frac{WIDTH}{SLOT} (\text{sen}\theta_c) + \cos\theta_c \quad (3)$$

De la derivación de las ecuaciones de  $\theta_c$  se mostró que hay dos índices de importancia: el índice de acoplamiento ( $SIZE/SLOT$ ), es decir que también se ajusta el arco en la ranura del bracket y, el índice de bracket ( $WIDTH/SLOT$ ), es decir a mayor distancia mesiodistal del bracket mayor dimensión corono – apical de la ranura (Kusy RP y cols., 1999).

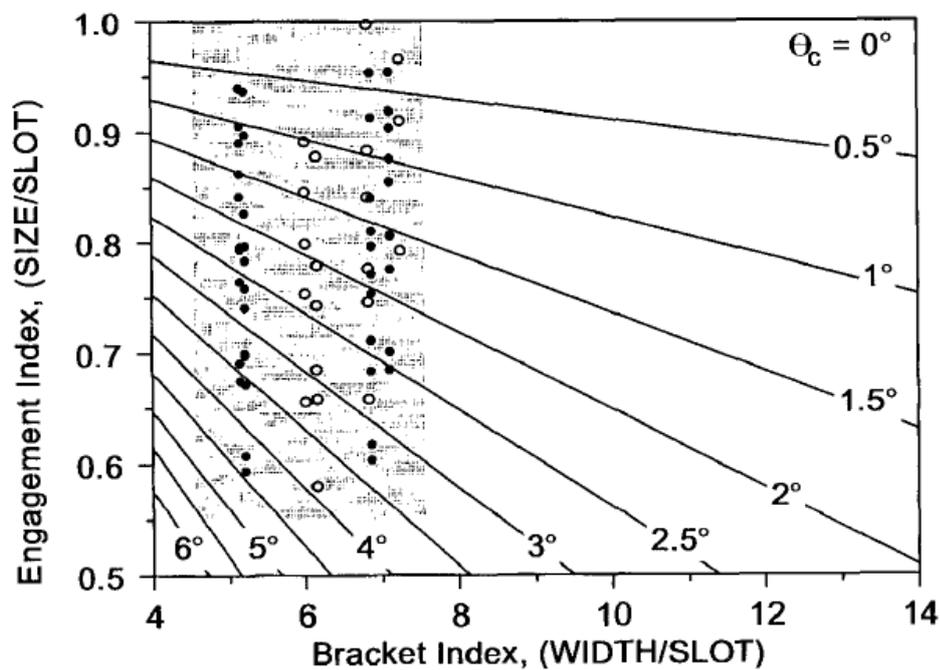


Figura 20. Los límites actuales de los productos comerciales (área sombreada) como se determina por el algoritmo mínimo - ,máximo para los datos de la ranura(o) y los datos del ancho (\*). En total, unos 50 arcos y brackets fueron estudiados en 64 de las 540 posibles combinaciones para determinar que el  $\theta_c \leq 5^\circ$  y que el  $(SIZE/SLOT) > 0.55$  y que el  $4.5 < (WIDTH/SLOT) < 7.5$ , Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1999.

Para las dimensiones del arco y el bracket, los límites del índice de acoplamiento versus el índice bracket sugieren que el  $\theta_c$  debería estar entre  $0^\circ$  y  $4,5^\circ$  para que ocurra el deslizamiento. Según Proffit, la fricción se triplica al aumentar en  $5^\circ$  el ángulo de contacto ( $\theta$ ) (Proffit WR., 2008).

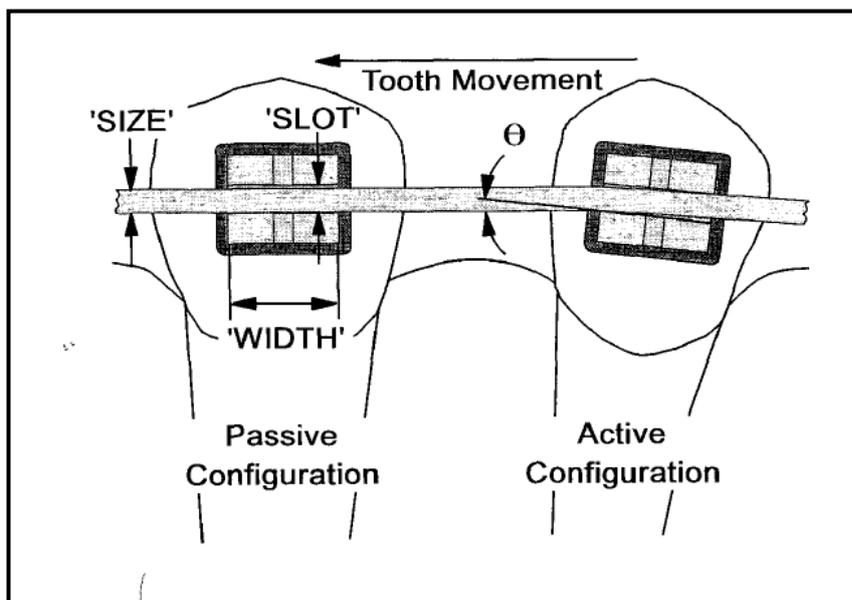


Figura 21. Parámetros geométricos de importancia durante la mecánica de deslizamiento: SIZE del arco, SLOT y WIDTH y el ángulo de contacto crítico entre el arco y el bracket  $\theta$ . El diente de la mano izquierda ilustra la configuración pasiva, en la que existe el espacio libre de segundo orden entre las aletas opuestas; el diente de la mano derecha ilustra la configuración activa en el cual el espacio libre, no solo ya no existe porque el  $\theta$  excede el ángulo de contacto crítico  $\theta_c$  para el BI. (Obsérvese que el ángulo interno del arco en relación al ancho del bracket es menor que el ángulo interno). En este caso, la dirección del movimiento del diente es crítico debido a que el diente de la mano derecha está siendo movido en dirección opuesta, luego  $\theta$  debería ser igual a  $\theta_c$ . Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1999.

Hamdan y Rock investigaron diferentes combinaciones de torque y tip. Afirmaron que cada vez que la inclinación del bracket aumenta en  $4^\circ$ , se produce un aumento significativo en la resistencia a la fricción. La resistencia friccional aumenta significativamente por el torque y la inclinación separadamente o en combinación, aunque la inclinación tuvo una influencia más poderosa (Hamdan A y cols., 2008).

### 2.4.1.3. TIPO DE LIGADURA

La fuerza de ligadura es un factor muy importante en el componente friccional cuando tenemos un ángulo de contacto crítico ( $\theta_c$ ) entre  $0^\circ$  a  $3^\circ$ . Sin embargo, con angulaciones mayores entre  $6^\circ$  a  $10^\circ$ , otros factores como el material del alambre, la rigidez y la distancia interbracket juegan un papel más significativo (Mendes K y cols., 2003).

El tipo de ligadura está relacionado con la fricción, por la presión que ejercen las ligaduras elásticas o metálicas sobre el alambre y el bracket para mantener el alambre en su sitio activado (Macedo A., 2008). La fuerza normal ejercida por la ligadura tiene una influencia significativa en la resistencia al deslizamiento durante el tratamiento ortodóncico. Esta fuerza puede variar entre

50 g a 300 g y hasta 375 g, dependiendo del método utilizado (Nanda R., 1998). La mayoría de los autores están de acuerdo que las ligaduras de acero inoxidable atadas holgadamente producen menos fricción que las ligaduras elastoméricas estándar (Arun AV. y cols., 2011); pero existen otros estudios que muestran que la fuerza friccional producida por las ligaduras elastoméricas es similar a las ligaduras metálicas (Frank CA. y cols., 1980; Edwards GD. y cols., 1995). Además, se ha encontrado que la fricción causada por las ligaduras elastoméricas fue menor a la generada por las ligaduras metálicas (Chimenti C. y cols., 2005). Las ligaduras elastoméricas ofrecen inicialmente una mayor resistencia al movimiento de los dientes pero, debido al hecho de que estos materiales se someten a una relajación de esfuerzo y a una descomposición hidrolítica lenta, sus fuerzas de ligadura se alteran con el tiempo (Arun AV y cols., 2011).

Existen varios tipos de material de ligado y diferentes configuraciones para ligar el arco al bracket. Entre los materiales usados para ligar tenemos: ligaduras elastoméricas, ligaduras metálicas, ligaduras elastómericas de baja fricción y los sistemas de autoligado. Por otra parte, entre las configuraciones que se pueden realizar tenemos en diagonal, en ocho, redondo y torcido. Suryawanshi GR y cols. demostraron que la configuración en ocho es la que mayor fricción genera seguida de la redonda, la torcida y la diagonal, en orden descendente. Además, cuando se ligó en medio húmedo, se observó una reducción significativa de la fricción en comparación con el medio seco (Suryawanshi GR y cols., 2013).

En la actualidad, han salido nuevas ligaduras al mercado entre las que tenemos las ligaduras cubiertas con polímero y otras con angulación de 45°. Ambas reducen la fricción durante el deslizamiento. Además, existe literatura científica controversial sobre sí el diámetro de la ligadura elastómera influye sobre la fricción, pero Aru y Vaz en 2011 en su estudio no encontraron diferencias estadísticamente significativas; mientras que Hain M y cols, encontraron que las ligaduras metálicas generaron menor fricción que cuando de emplearon ligaduras elastoméricas (Montasser MA y cols., 2013; Hain M y cols., 2003).

Los sistemas de autoligado no favorecen el acúmulo de placa bacteriana y facilitan la higiene del paciente. El tiempo de sillón para realizar el cambio del alambre en estudios que comparan ligaduras elásticas, ligaduras metálicas y autoligado sugieren ventajas para el grupo de los brackets autoligables. No obstante, existe literatura controversial al respecto (Miles PG., 2009; Fleming PS. y cols., 2009).

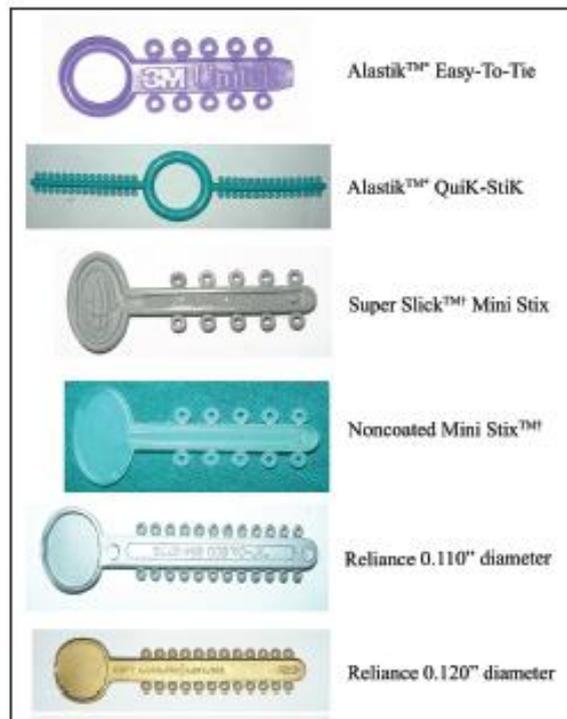


Figura 22. Ligaduras elastómeras. Tomado de Arun AV and Vaz C., 2011.

## 2.4.2. FACTORES BIOLÓGICOS

### 2.4.2.1. MALPOSICIÓN DENTARIA

Los diferentes grados de malposición dentaria (leve, moderado o severo) están directamente relacionados con la fricción durante la fase de alineación/nivelación. Cuando un alambre es colocado dentro de la ranura del bracket de un diente en mal posición, el alambre puede producir fuerzas normales de diferentes maneras. En una vista vestibular, la fuerza normal podría ser ejercida en dirección gingival, oclusal o en ambas direcciones, si el diente se inclina lo suficiente como para eliminar cualquier espacio de segundo orden “clareance” entre el alambre y la ranura del bracket. En una perspectiva oclusal, cuando un alambre pasa a través de la ranura, usualmente, debería contactar uniformemente sobre la base de la ranura o, dependiendo del ángulo de entrada del alambre, el contacto sería en la porción mesial o distal tanto de la ranura como de la ligadura. Las diferentes localizaciones de la fuerza normal van a depender del tipo de ligadura y del grado de rotación del diente. Otra forma de aplicar la fuerza normal es la creada por el torque como consecuencia de la activación del arco o de la prescripción del bracket. En estos casos, la fuerza normal puede ser producida en toda la superficie de la ranura y ésta en función del tamaño del arco y la cantidad de torque (Ward BL y cols., 2007).

### **2.4.2.2. FUERZAS INTRAORALES**

Los dientes están continuamente sometidos a fuerzas dentro del ambiente oral. Los dientes entran en contacto con la lengua, las mejillas y entre sí. Cada vez que los dientes maxilares y mandibulares entran en contacto oclusal ocurre un desplazamiento apical pequeño. Después el diente regresa a su posición inicial una vez que ha cesado el contacto. Por este motivo, las fuerzas generadas durante la masticación o deglución podrían interrumpir la relación alambre-bracket durante el movimiento dentario (Ward BL y cols., 2007).

Ya en 1970 Hixon y cols. estudiaron los efectos de las fuerzas orales de la masticación en la reducción de la fricción arco - bracket. A pesar de esto, pocos estudios *in vitro* han incorporado vibraciones en la interface arco - bracket para simular los efectos de la masticación (Olson JE y cols., 2012).

Olson JE y cols., en un estudio *in vitro*, encontraron que la resistencia friccional no fue afectada significativamente por la frecuencia de las vibraciones del arco, pero se observó una reducción en la resistencia a la fricción de casi un 17 %. Además, no encontraron diferencias significativas en el comportamiento stick - slip por el tipo de bracket o el método de ligado. Sin embargo, los expertos recomiendan realizar más investigaciones al respecto (Olson JE y cols., 2012).

### **2.4.2.3. FENÓMENO DE “STICK – SLIP”**

El fenómeno de “stick - slip” consiste en el sucesivo y repentino cambio de estado entre dos superficies en contacto, de reposo (“stick”) al deslizamiento (“slip”). Este fenómeno de “stick-slip” se observa en deslizamiento con velocidades pequeñas cuando dos superficies están en contacto y se deslizan sobre otra, con un cambio correspondiente en la fuerza de fricción. La explicación de este fenómeno reside en que el coeficiente de fricción estática ( $\mu_s$ ) es mayor que el coeficiente de fricción cinética ( $\mu_k$ ). Si uno aplica una fuerza lo suficientemente grande como para vencer la fricción estática ( $\mu_s$ ), entonces la reducción de la fricción estática a la fricción cinética puede causar un aumento repentino en la velocidad del movimiento. Es por ello, que la fuerza de fricción cinética ( $f_k$ ) debería ser modificada correctamente para explicar el desplazamiento repentino e instantáneo ( $X$ ) en el tiempo ( $t$ ) (Ward BL., 2007).

$$f_k = \mu_k F \propto x(t) \propto$$

#### **2.4.2.4. OSCILACIONES DE STICK -SLIP**

El movimiento “stick -slip” se observa en un amplio rango de velocidad durante el deslizamiento friccional. Este movimiento puede producir diferentes efectos adversos como el ruido (sonido), pérdida de energía (fricción), daño en la superficie (desgaste) y falla del material (rotura). El proceso “stick - slip” se produce cuando la fuerza friccional no permanece constante en función de otras variables como la distancia, tiempo o la velocidad, especialmente en bajas velocidades de deslizamiento. En deslizamientos con baja velocidad, las oscilaciones “stick - slip” podrían ser regulares (periódicos) o irregulares (no periódicos) y coincide con un deslizamiento inestable continuo dentro de un rango de velocidad baja o en descenso (Ward BL., 2007).

La evidencia clínica de las oscilaciones repetidas de “stick - slip” en la interface arco - bracket son percibidas con un escáner micrográfico electrónico, que revela la deformación permanente de los arcos sujetos al binding intermitente y al deslizamiento con la superficie del bracket. Generalmente se dice que deformaciones menos severas y más uniformes, se obtienen durante el deslizamiento con velocidades constantes (Ward BL., 2007).

#### **2.4.2.5. SALIVA**

Se podría pensar que la saliva actúa como un lubricante en mecánicas ortodoncias con fricción. A pesar de los numerosos estudios sobre el efecto de la saliva o sustituto de saliva sobre la fricción en duplas arco - bracket, todavía este tema genera controversia. Algunos estudios afirman que la saliva aumenta el coeficiente de fricción entre los diferentes tipos de aleaciones de alambre con la ranura del bracket (Stannard JG. y cols., 1986). Otros estudios encontraron que la saliva reduce la fricción en un 15 - 19 % (Baker KL. y cols., 1987), mientras que otros afirman que la saliva o el sustituto de saliva no da una reducción significativa de la fricción (Thorstenson GA., 2003).

Las diferencias mayores entre el estado en seco y el mojado se han presentado con aleaciones de  $\beta$  - titanio o titanio - molibdeno, donde  $\mu$  cinético en mojado se reduce al 50 % de los valores en seco. En este punto, los valores friccionales del TMA son comparables con las aleaciones de níquel - titanio, pero continúan siendo mayores que los de acero inoxidable (Uribe GA., 2010).

#### **2.4.2.6. PELÍCULA ADQUIRIDA**

La película adquirida aumenta la fricción durante el movimiento de ortodoncia. En 1995, Eliades T. y cols. realizaron un estudio para investigar la humectabilidad de los brackets y la composición de la película adquirida adsorbidos sobre ellos después de 30 y 60 minutos de exposición in vivo. Se utilizaron muestras en bruto de diferentes materiales que se utilizan en la fabricación de brackets como el acero inoxidable, el policarbonato reforzado y alúmina policristalinas (PCA). Estos materiales fueron sometidos a diferentes mediciones. La tensión superficial crítica más alta se obtuvo a partir de acero inoxidable ( $40,8 \pm 0,4$  dinas / cm), seguido de policarbonato ( $32,8 \pm 1,3$  dinas / cm) y alúmina ( $29,0 \pm 0,9$  dinas / cm), lo que sugiere que el acero inoxidable tuvo un potencial más alto de retención de la placa que las otras muestras analizadas (Eliades T y cols., 1995).

#### **2.4.2.7. PLACA**

La placa bacteriana aumenta la fricción durante el tratamiento de ortodoncia (Nanda R., 1998). Condo R y cols. realizaron un estudio donde encontraron que las ligaduras elastoméricas mostraron menor susceptibilidad a la adhesión de la placa bacteriana, en comparación a las ligaduras metálicas. Además, no encontraron diferencias significativas entre los tres tipos de ligaduras elastómeras analizadas (Condo R y cols., 2013).

#### **2.4.2.8. CORROSIÓN**

La corrosión, que implica la degradación de los materiales por ataques electroquímicos, es un comportamiento muy particular cuando la aparatología ortodóncica es colocada en este ambiente electrolítico tan hostil como es la boca (Chaturvedi TP y cols., 2010).

Factores como la temperatura, la calidad y cantidad de saliva, la placa dentobacteriana, el PH, proteína, propiedades químicas de los sólidos y líquidos de las comidas pueden influir en el desarrollo del proceso de la corrosión (Chaturvedi TP y cols., 2010).

La corrosión aumenta la fuerza de fricción entre el bracket y el arco de alambre, por lo que las superficies se tornan rugosas dando como resultado una inapropiada distribución de fuerzas en los aparatos de ortodoncia, lo que compromete el movimiento dental (Matasa CG., 1995).

Cuando activamos el arco en dientes con apiñamiento, la reactividad de las aleaciones aumenta. Esta misma resulta por la generación de tensión y el estrés compresivo desarrollado por la fuerza

del alambre. Este diferencial electroquímico ocurre por el intercambio de los ánodos y los cátodos que interactúan. Los alambres de NiTi se dejan en boca durante varios meses y estos sufren varias modificaciones debido a la masticación. A pesar de tener buena resistencia a la corrosión, estos alambres se pueden romper o simplemente perder sus propiedades de elasticidad. Wang y col., en su estudio, comprobaron que los alambres NiTi se pueden romper a causa del estrés de corrosión y de los cambios térmicos a los cuales están sometidos (Wang QY y cols., 2008).

En 2012, Lin J. y cols. encontraron que en las aleaciones de NiTi sumergidas en saliva artificial con flúor ( $\text{Ph} = 4$ ) aumentó la microdureza y disminuyó la fuerza de flexión. Además, el tiempo de inmersión en la saliva con flúor no tuvo ninguna influencia significativa. Al contrario de lo que se encontró cuando las aleaciones de NiTi se analizaron después de tres meses de inmersión en saliva ácida, donde había una superficie áspera, óxido y signos de corrosión (Lin J y cols., 2012).

En 2013, Huang SY. y cols. encontraron que los alambres de NiTi recubiertos con una película de carbón parecido al diamante, permite protegerlos contra la corrosión inducida por el flúor y por consiguiente, disminuye la fricción en ortodoncia. Para este estudio utilizó un plasma de resonancia ciclotrónica de electrones (ECR) que sirvió para depositar la cubierta sobre los arcos de NiTi. Los resultados confirmaron que los arcos cubiertos con dicha película mostraron superficies menos rugosas después de la inmersión en iones de fluoruro. Además, dicho recubrimiento disminuyó significativamente el desgaste por rozamiento y el coeficiente de fricción, tanto en el ambiente como en la saliva artificial. Por lo tanto, los investigadores recomiendan la utilización de estos arcos recubiertos con carbón para reducir la corrosión inducida por fluoruro y disminuir la fricción en ortodoncia (Huang SY y cols., 2013).

## **2.5.-FRICCIÓN: MÉTODO DE MEDICIÓN EN ORTODONCIA**

Aunque la resistencia al deslizamiento (RS) no puede ser fácilmente dividida. Muchos investigadores lo han simplificado midiendo la fuerza requerida para traccionar un alambre a través del bracket. Desafortunadamente la reproducibilidad entre los investigadores ha sido insuficiente, debido a que la fuerza de ligadura no fue considerada como variable o no fue reportada en los estudios *in vitro*. Para remediar este problema, se emplearon dos tipos de enfoques: el primero, la metodología del arco de alambre sobre un plato metálico, fijado a una máquina universal de pruebas mecánicas y el segundo la metodología arco - bracket - ligadura (Kusy RP y cols., 1997).

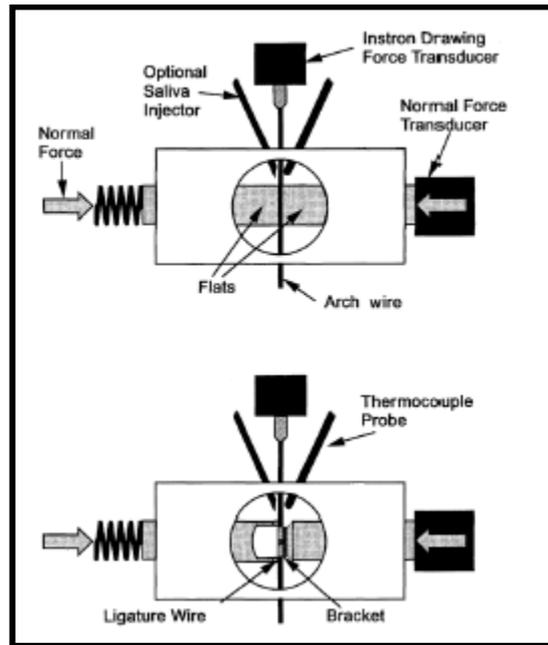


Figura 23. Arriba: detalles del arco de alambre sobre un plato metálico. Abajo: metodología del arco de alambre-bracket y ligadura. El primer método es un procedimiento de detección viable, mientras que el segundo método es una herramienta de simulación excelente. Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

En ambos métodos, la fuerza normal se puede variar y así medir la fuerza de tensión resultante.

$$\mu_s = P_{max}/(2N) = f/N$$

El coeficiente de fricción estático ( $\mu_s$ ) se define por el promedio de la fuerza de tensión máxima ( $P_{max}$ ) y,

$$\mu_k = \frac{\sum_{x=1}^{x=n} P_x}{(2Nn)} = \dot{P}/(2N) = \dot{f}/N$$

El cociente de la fuerza de fricción media ( $\dot{f}$ ) está definido por la mitad del promedio de la fuerza de tensión ( $\dot{P}$ ) delimitado por todas las fuerzas producidas en la meseta ( $x=1$  y  $x=n$ ) de  $n$  puntos de datos. El valor de  $\mu_s$  representa solo un punto de referencia por fuerza normal; mientras que  $\mu_k$  representa cientos de puntos de datos y es, por lo tanto, mucho más realista. Los valores  $\mu_s$  y  $\mu_k$  se pueden medir por una fuerza normal (N) dada, teniendo traccionado el alambre a través del bracket a una tasa constante para una cantidad de tiempo determinado (Kusy RP y cols., 1997).

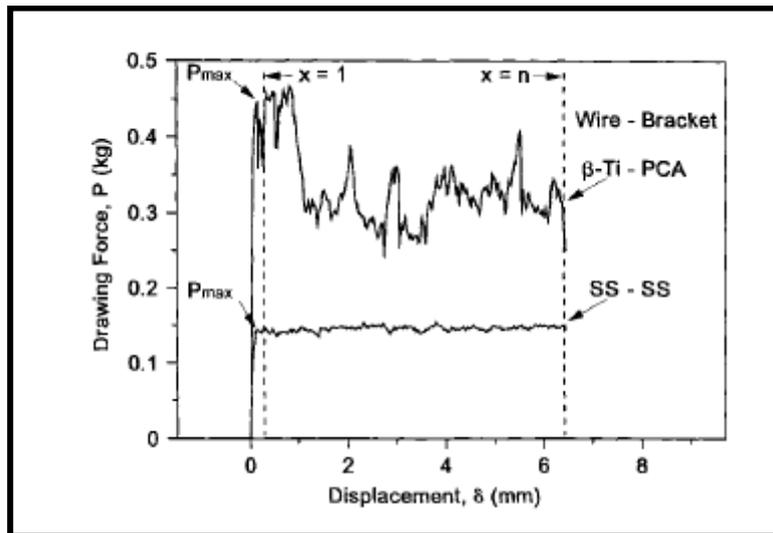


Figura 24. Definiciones del coeficiente estático de fricción  $\mu_s$ , a partir de la ubicación de la fuerza inicial máxima de tensión,  $P_{max}$ , y el coeficiente cinético de fricción  $\mu_k$ , desde la meseta definida entre las líneas punteadas. Se muestran dos cuplas arco – brackets diferentes, cuando  $N= 400$  g. Tener en cuenta que la medida del “stick – slip” se evidencia por la magnitud de las oscilaciones en la región de la meseta. Tomado de Kusy RP and Whitley JQ., 1997.

Aunque la primera ley de la fricción es aplicable, la selección de una fuerza normal y la medición de sus diez veces las fuerzas de tensión, no son tan satisfactorias como la determinación de una ecuación de regresión lineal, a través de las mediciones de diez fuerzas de tensión que corresponden a diez fuerzas normales diferentes. Intuitivamente, uno tiene varias revisiones que validan esto último sobre el procedimiento anterior (Kusy RP y cols., 1997).

- ¿La recta de regresión pasa por el origen?
- ¿La asignación al azar de las fuerzas tienen poca influencia en las fuerzas de tensión?
- ¿Es la línea de regresión estadísticamente significativa? es decir, ¿es la probabilidad,  $p < 0.05$ ?

Si la respuesta a cada una de estas preguntas es "sí", entonces la cupla alambre - bracket está respondiendo correctamente. Desafortunadamente, cada vez que una cupla arco - bracket se inserta y se evalúan varias fuerzas normales, el análisis de regresión da una pendiente estadísticamente significativa, pero diferente, que es igual  $\mu_s$  o  $\mu_k$ . Esta observación amplifica las profundas diferencias que pequeñas variaciones en la fabricación o en la evaluación (y en última instancia el manejo clínico) puede tener en la mecánica de deslizamiento (Kusy RP y cols., 1997; Drescher D y cols., 1989).

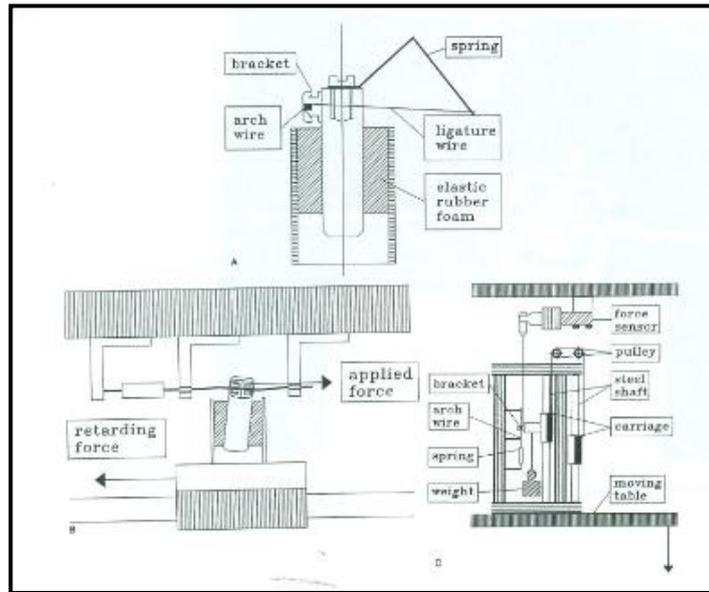


Figura 25. Las mediciones de la fricción fueron realizadas con un ensamble para evaluar la fricción montado sobre una máquina universal de evaluación de materiales. El ensamble para evaluar la fricción consistía en un diente simulado (barra de metal) con un bracket de .018" fijado a este y una ligadura elástica que da una fuerza constante de ligado de 1 N. Tomado de Drescher y cols., 1989.

## 2.6.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA FRICCIÓN

El movimiento de ortodoncia depende de la habilidad del clínico para utilizar fuerzas mecánicas controladas que estimulen una respuesta periodontal óptima y un rápido movimiento dental. Es difícil determinar con exactitud las diferentes variables que afectan la resistencia en la mecánica de deslizamiento en ortodoncia en una situación clínica. El control de la fricción se alcanza mediante el logro de dos objetivos clínicos: maximizar tanto la eficiencia como la reproducibilidad de los aparatos de ortodoncia (Rossouw PE y cols., 2003).

### 2.6.1. PROBLEMAS EN LA FASE DE ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN

El movimiento de los dientes ocurre cuando las fuerzas aplicadas adecuadamente sobrepasan la fricción en la interfase arco - ranura. Altos niveles de fuerza friccional (FF) entre la ranura del bracket y el arco podrían causar binding entre los dos componentes; obstaculizando o impidiendo el movimiento dentario durante la fase de alineación y nivelación. Es por ello, que durante la fase de alineación y nivelación se emplean arcos muy flexibles como los A - Niti o Cu-Niti. Estos últimos son de alta tecnología y tienen un comportamiento metalográfico de martensita

inducida por tensión, lo que permite mantener cargas suaves, constantes y continuas con cualquier grado de deformación del alambre (Proffit WR., 2008; Baker MS., 2009).

Se han realizado diferentes diseños de estudio para evaluar las fuerzas de fricción durante la fase de alineación y nivelación. La mayoría de los estudios utilizaron pocos brackets que se alinearon en línea recta (Thorstenson GA y cols., 2002; Taylor NG y cols., 1996), mientras que otros estudios respetaron la curvatura de la arcada, además de evaluar la dentición completa por medio del uso de un sistema de tipodonto diseñado a medida. Recientemente, este sistema de tipodonto se ha modificado y mejorado utilizando la técnica esterolitográfica (Heo W y cols., 2011; Kim TK y cols., 2008).

Montasser MA y cols. realizaron un estudio cuyo objetivo fue medir las fuerzas generadas durante el movimiento de alineación/nivelación utilizando diferentes combinaciones arco - brackets. Ellos recomiendan usar arcos coaxiales de 0.015" y arcos Thermalloy de 0.012" en la fase de alineación/nivelación y contraindican el uso de arco de acero de 0.012", debido a los altos niveles de fuerza que producen en esta fase inicial. Además, las ligaduras elastoméricas usadas con brackets convencionales aumentan las fuerzas aplicadas al diente en comparación con las ligaduras metálicas fijadas holgadamente (Montasser MA y cols., 2013).

Miles PG y cols. realizaron un ensayo clínico donde compararon la efectividad de los brackets Damon con los brackets generales convencionales durante la alineación inicial. El índice de irregularidad fue medido tres veces: basal, 10 semanas y 20 semanas. Los brackets convencionales lograron una mejor puntuación en el índice de irregularidad tanto a las 10 como a las 20 semanas. Los brackets Damon fueron más confortables que los convencionales. Los autores informaron que esta diferencia en la alineación podría ser debida al hecho que los brackets Damon no interaccionan con los arcos iniciales y permiten un juego rotacional de 8,5°, cuando se comparan con los brackets convencionales. En otro estudio realizado también por Miles PG y cols, compararon los brackets de autoligado SmartClip con los brackets convencionales. Concluyeron que no hubo diferencias significativas en la reducción del apiñamiento (Miles PG., 2009; Miles PG., 2005; Padhraig S y cols., 2009).

Pandis N y cols., en 2008, compararon la magnitud de momentos generados durante la corrección rotacional simulada de los dientes usando tres brackets diferentes: Orthos 2, Damon 2 y In Ovation R. Encontraron que los momentos altos fueron generados usando los brackets Damon y los brackets convencionales generaron momentos menores. Esto se confirma con los estudios realizados por Thorstenson y Kusy que también encontraron altas fuerzas de binding (angulación de segundo orden) comparado con los brackets convencionales (Crincoli V y cols., 2013).

Heo W y cols. demostraron que diferentes tipos de brackets de autoligado durante la fase de alineación y nivelación, tuvieron diferentes comportamientos durante el desplazamiento vertical (DV) y el desplazamiento horizontal (DH). Concluyeron que es necesario desarrollar brackets de autoligado con baja fricción que muestren las mismas propiedades friccionales durante ambos desplazamientos (Heo W y cols., 2011).

Según Crincoli V y cols., la fuerza de fricción liberada durante la mecánica de deslizamiento en la fase de alineación, utilizando diferentes tipos de brackets, mostró que los brackets convencionales (Dentsply Maillefer, OK, USA) tuvieron entre 5 - 6 veces mayor fricción que los brackets de autoligado Damon 3 mx (SDS Ormco, Orange, CA, USA), Smart Clip (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) y Time 3 (American Orthodontics, Sheboygon, WI, USA) y el bracket de baja fricción (Synergy: Rocky Mountain Orthodontics; Denver, CO; USA) (Crincoli V y cols., 2013).

A pesar de los esfuerzos realizados durante la ejecución de los estudios, la mayoría de ellos han sido realizados en condiciones diferentes a la situación clínica: medición de la fuerza de fricción *in vitro*, ambiente seco, temperatura ambiental y sobre un modelo de evaluación. Por este motivo, no puede simular lo que realmente pasa en la clínica, donde el número de variables son impredecibles e incontrolables, como las fuerzas de masticación, las funciones orales, los diferentes grados de maloclusión, etc. Aunque Jost - Brinkmann and Miethke compararon la fuerza de fricción tanto en clínica como en laboratorio, concluyendo que fueron similares (Crincoli V y cols., 2013).

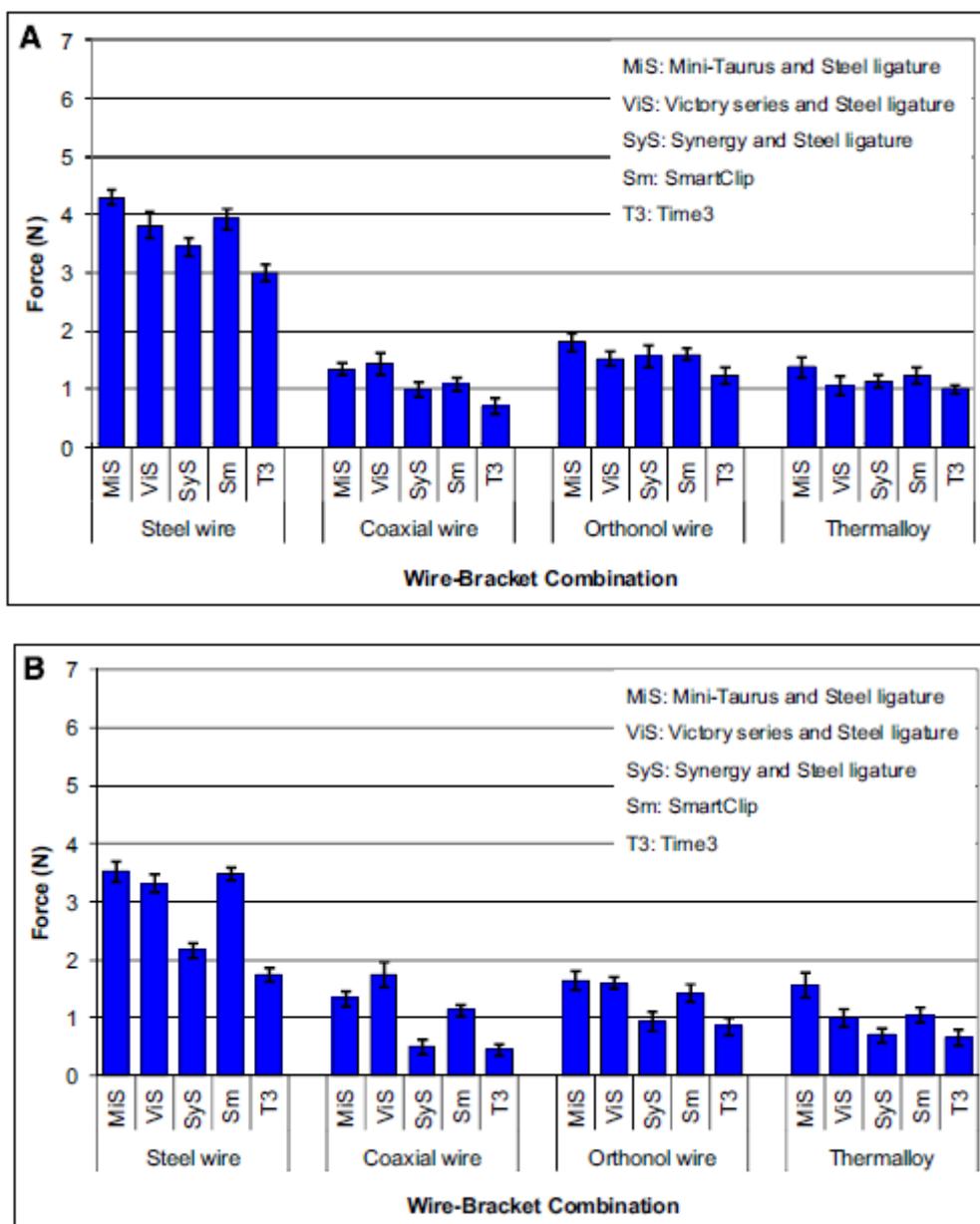


Figura 26. A. Fuerza máxima en la dirección X (fuerza extrusiva); B. Fuerza máxima en la dirección Z (fuerza lingual) para brackets convencionales con ligadura metálica y los brackets autoligados. Tomado de Montasser Ma y cols., 2013.

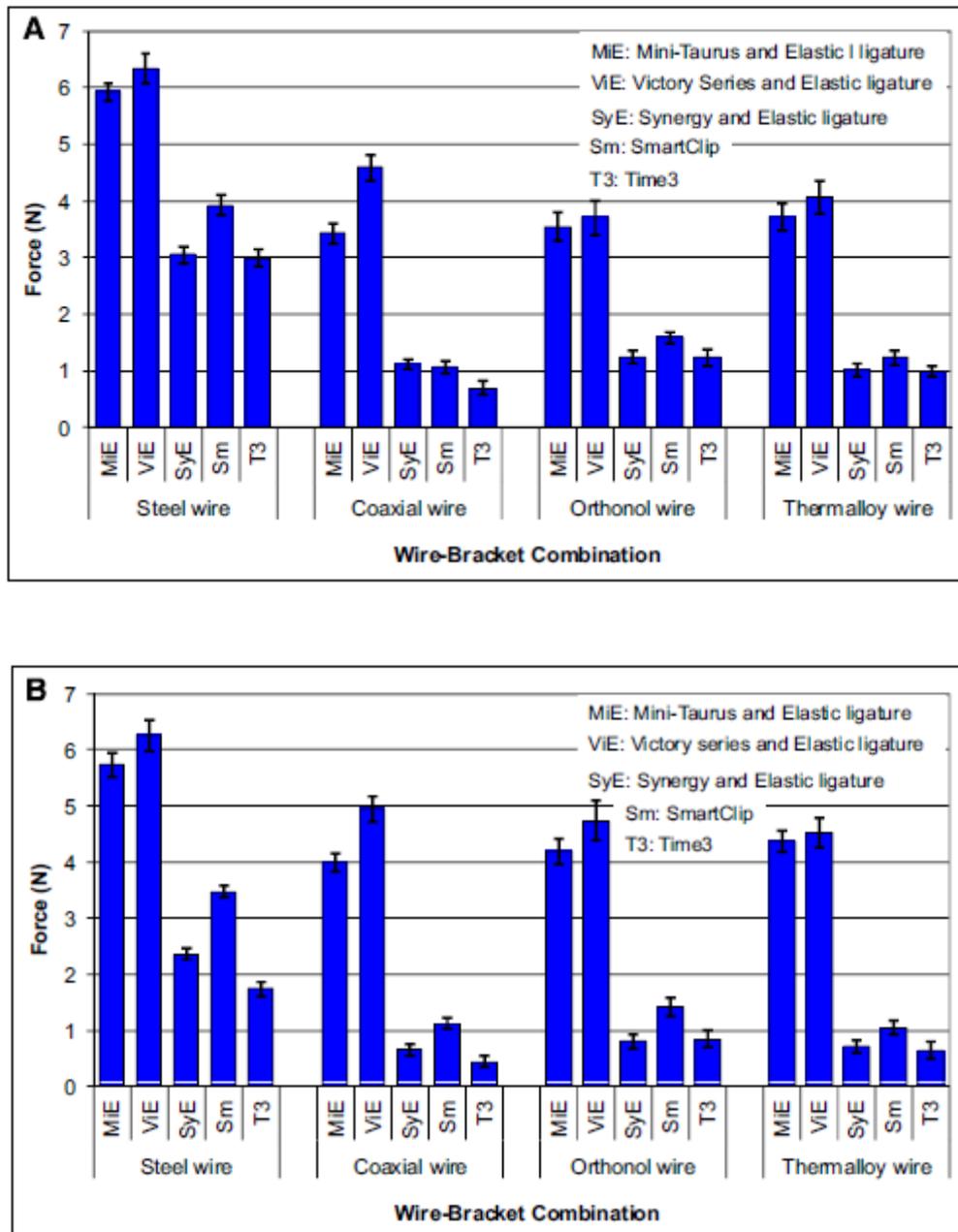


Figura 27. A. Fuerza máxima en la dirección X (fuerza lingual); B. Fuerza máxima en la dirección Z (fuerza lingual) para brackets convencionales con ligadura elástica y los brackets autoligados. Tomado de Montasser MA y cols., 2013.

## 2.6.2. PROBLEMAS EN LA FASE DE CIERRE DE ESPACIO

La distalización del canino, usando la mecánica de deslizamiento, es uno de los movimientos dentales realizados con más frecuencia. Durante este proceso, se pierde entre un 12% y 60% de la fuerza aplicada para mover el diente, debido a la resistencia friccional. Además, la cantidad de resistencia friccional podría tener un impacto en la proporción momento - fuerza de los dientes y, por tanto, sobre sus centros de rotación (Rossouw PE., 2003).

Los factores que influyen en la resistencia al deslizamiento son de gran interés en la comunidad ortodóncica, debido a que la baja resistencia al deslizamiento podría conducir a aumentar la eficiencia y posiblemente a disminuir el tiempo de tratamiento (Burrow SJ., 2010). Al minimizar la resistencia friccional durante la retracción del canino, conseguimos que la mayor parte de la fuerza aplicada sea transferida al diente mientras optimizamos el movimiento dental ortodóncico y disminuimos la pérdida de anclaje indeseable (Rossouw PE., 2003). La fricción puede reducir la fuerza disponible en casi el 40 %, resultando en pérdida de anclaje (Nishio C y cols., 2004). Además, el binding durante la retracción de los dientes anteriores puede llevar a una pérdida de anclaje posterior (Kim TK y cols., 2008). La pérdida de anclaje por la fricción es un tema controvertido, ya que algunos investigadores sostienen que la fricción no va en detrimento del anclaje (Kojima Y y cols., 2010; Southard TE y cols., 2007), según lo demostró en un estudio de simulación numérica con el método de elementos finitos en 3D (Kojima Y y cols., 2010).

Oz AA y cols. realizaron un estudio donde evaluaron los efectos clínicos y de laboratorio de diferentes tipos de brackets durante la distalización del canino con la mecánica de deslizamiento. Concluyeron en su estudio in vivo que no hubo diferencias significativas en la velocidad de deslizamiento entre un bracket de autoligado y un bracket gemelar modificado. Además, se observó una ligera inclinación distal de la corona del canino al espacio de extracción cuando los mini implantes fueron usados como forma de anclaje. *In vitro*, observaron que los brackets de autoligado tuvieron mayor coeficiente de fricción que los brackets gemelares modificados. Sin embargo, los coeficientes de fricción de estos brackets no deberían ser aceptados como los principales contribuyentes a la resistencia a la fricción durante la mecánica de deslizamiento (Oz AA y cols., 2012).

Kojima Y y cols., en su estudio de simulación numérica sobre el mecanismo de deslizamiento para retraer el canino, encontró lo siguiente:

- La fuerza friccional entre el arco y el bracket del canino aumenta, mientras que la fuerza neta que actúa sobre el canino y el diente anclado (o el arco) disminuye. La fricción no hace que los dientes de anclaje se muevan mucho en comparación con el movimiento del canino.
- Como la fuerza de fricción decrece, la fuerza neta actúa sobre el canino y la velocidad de movimiento del canino aumenta. De la misma manera la inclinación y el ángulo de rotación axial aumenta, es decir, el movimiento en cuerpo del canino es impedido. Por lo tanto, el movimiento rápido del canino es imposible reduciendo solo la fricción.
- Los patrones del movimiento del canino dependen de tres parámetros  $E/I/P$ .  $P$  es la fuerza neta que actúa sobre el canino,  $E$  es el módulo de Young's, e  $I$  es el momento de inercia

del arco. Para hacer un movimiento en cuerpo del canino, debe haber una adecuada combinación entre E, I y P (Kojima Y y cols., 2010).

Sonis y cols. usaron una cadeneta e hilo elásticos para retraer el canino a través de un arco de 0.016 x 0.022". Las fuerzas iniciales fueron de 250 - 400 g. La velocidad promedio del movimiento dental calculado durante un periodo de 3 semanas fue de 1,28 mm para el hilo elástico y 1,51 mm para la cadeneta elástica. Concluyeron que todos los materiales evaluados producen aproximadamente la misma cantidad de movimiento (Sonis AL y cols., 1986).

Cheol-Ho P y cols. realizaron un estudio donde evaluaron el cierre de espacios con un sistema híbrido donde combinaron brackets de autoligado pasivo en premolares, tubos convencionales en los molares (primer molar, tubo convertible) y brackets gemelares convencionales en el sector anterior. Un arco de acero con poste de 0.019 x 0.025" fue usado para la retracción en masa del canino. El control de torque anterior puede ser difícil de lograr con brackets de autoligado durante el cierre de espacio. El sistema híbrido es una alternativa al uso de mini implantes en casos donde se necesita un control de la inclinación en el sector anterior con máxima retracción (Cheol – Ho Paik y cols., 2010).

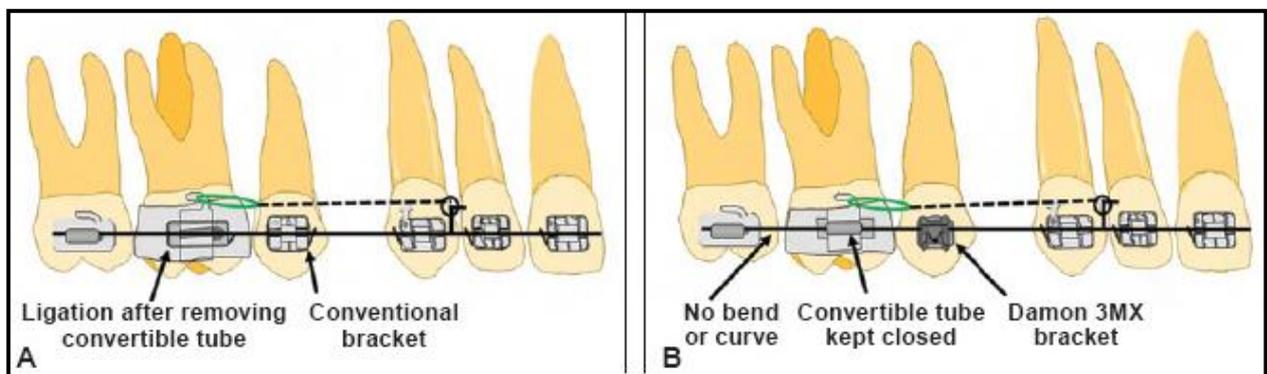


Figura 28. A. Mecánica de deslizamiento convencional para el cierre del espacio de extracción. B. Mecánica de deslizamiento híbrido para reducir la fricción: brackets convencionales en el sector anterior, brackets de autoligado pasivo sobre los segundos premolares y, tubos en los primeros y segundos premolares. Tomado de Cheol- Ho Paik y cols., 2010.

### 2.6.3. FRICCIÓN Y ANCLAJE

A la mayoría de ortodoncistas les preocupa la fricción durante la mecánica de deslizamiento o cierre de espacio. El sentido común afirma que el ortodoncista debería aplicar una fuerza adicional para superar la fricción. La consecuencia de esto sería un aumento de la carga del diente anclado y pérdida de anclaje posterior. En otras palabras, para retraer a distal el canino maxilar, a través del espacio de extracción del primer premolar, no solo se debe aplicar una fuerza recíproca entre el canino y el molar anclado, sino también una carga adicional que debería ser

aplicada para que el molar anclado supere la fricción del arco cuando el canino se mueve hacia distal. Esta carga adicional sobre el molar anclado puede aumentar la pérdida de anclaje (Southard TE y cols., 2007).

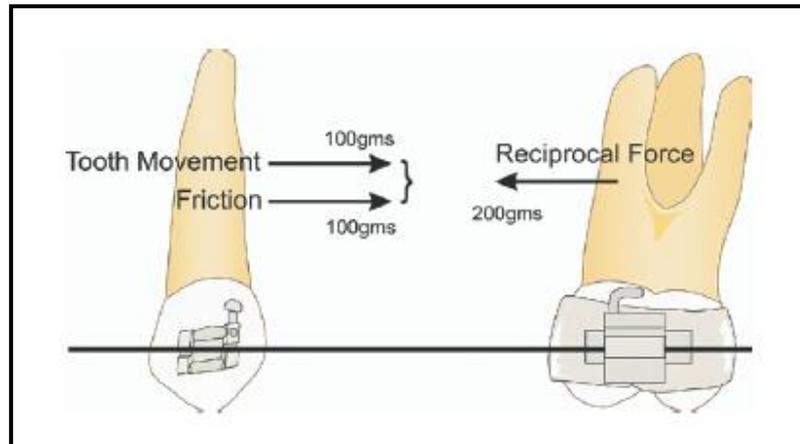


Figura 29. Para retraer un canino por deslizamiento a lo largo de un arco de alambre (en este caso con 100 g de fuerza distal), el sentido común dicta que es necesaria una fuerza adicional. Más allá de lo que se requiere para mover el diente, es necesario superar la fricción (en este caso se asume también que es 100 g). Algunos autores sugieren que la fuerza friccional adicional aumenta la carga sobre el molar anclado, cuyo valor es igual a la fuerza para retraer canino más la fuerza friccional adicional (en este caso 200 g) y como consecuencia aumenta la pérdida de anclaje. Tomado de Southard TE y cols., 2007.

Este concepto ha motivado dentro de nuestra especialidad a buscar técnicas que reduzcan la fricción y, consecuentemente, la pérdida de anclaje potencial. Vamos a explorar este concepto con cuidado. Primero examinamos un sistema ortodóncico sin fricción (ver figura 30). Aquí, una fuerza elástica de 100 g está siendo aplicada entre los brackets del canino y del molar. La fuerza es igual pero opuesta, en el canino y en el molar. Porque no hay fricción, toda la fuerza de 100 g que se aplica a los brackets de ambos dientes, es transmitida directamente a las raíces de los dientes (Southard TE y cols., 2007).

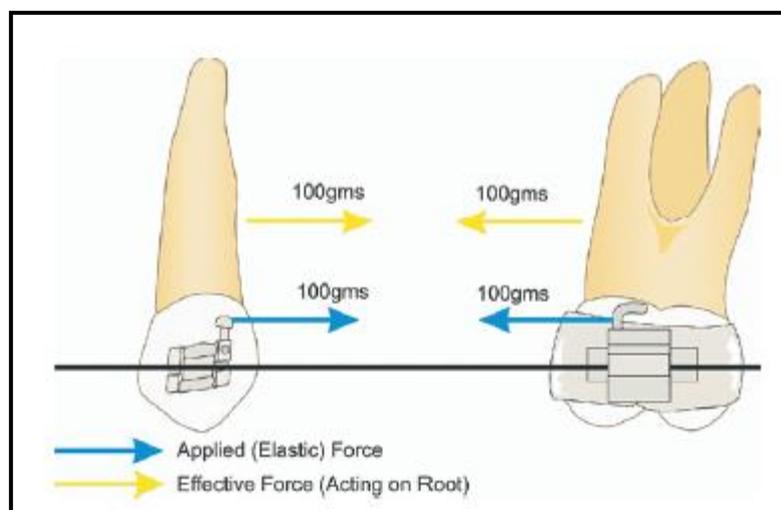


Figura 30. En un sistema ortodóncico sin fricción, en el cual la fuerza elástica es igual pero opuesta, es aplicado entre el bracket del canino y del molar. La fuerza elástica total de 100 g, es transmitida directamente a las raíces de ambos dientes.

Además, los dientes pueden deslizarse libremente a lo largo del arco y el arco no se comprime. Tomado de Southard TE y cols., 2007.

En un sistema ortodóncico con fricción (ver figura 31), el molar y el canino son libres para trasladarse a lo largo del arco, pero parte de los 100 g de la fuerza de retracción aplicada contra el canino se reduce por la fricción, menos fuerza es disponible para retraer la raíz del canino. Si asumimos una fuerza friccional de 20, luego la fuerza de retracción aplicada a la raíz del canino se reduce de 100 g a 80 g (Southard TE y cols., 2007).

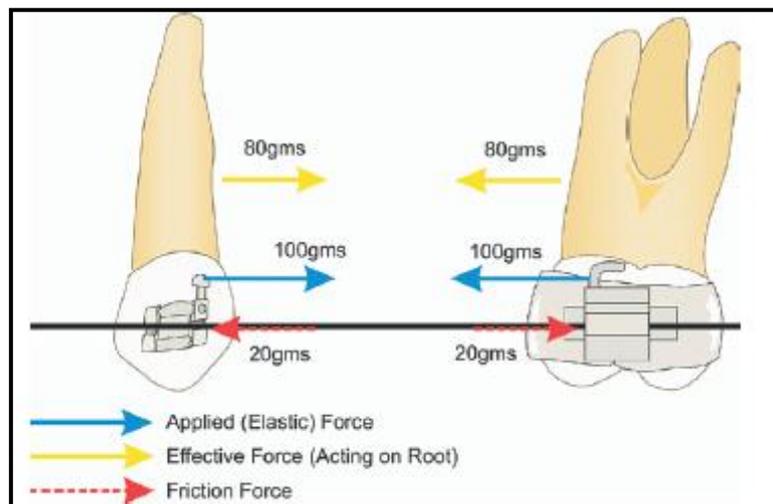
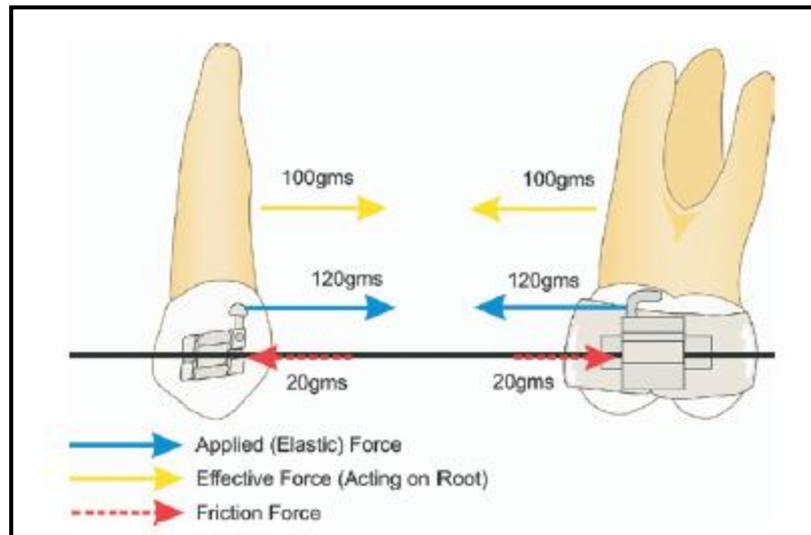


Figura 31. En este diagrama simplificado se ilustra un sistema ortodóncico con fricción (la fuerza friccional entre el bracket del canino y el arco se asume que es 20 g), el arco entre el canino y el molar está bajo compresión. Ej.: para una fuerza friccional de 20 g sea aplicado por el arco contra el canino, una fuerza igual y opuesta debería ser aplicada distalmente contra el molar por compresión del arco. La fuerza de fricción que reduce la fuerza de retracción sobre la raíz del canino a 80 g, debería también reducir la fuerza de protracción sobre la raíz del molar. Tomado de Southard TE y cols., 2007.

Ahora para que esta fuerza friccional de 20 g sea aplicada mesialmente contra el canino, esta genera también una fuerza de 20 g igual pero opuesta contra el molar. Si lo explicamos desde otra perspectiva, para que el arco ejerza una fuerza mesial de 20 contra el canino, el arco debería estar bajo compresión entre el canino y el molar, y esta compresión del arco debería tirar distalmente una cantidad igual y contraria al molar. Dicho simplemente, si una fuerza friccional se opone al deslizamiento distal del canino, esto reduciría la fuerza aplicada sobre las raíces tanto del canino como del molar, en una cantidad igual - en este caso 20 g (Southard TE y cols., 2007).

A continuación, se asume que el ortodoncista no está contento con los 80 g de fuerza de retracción aplicada contra la raíz del canino. Para ello, se aumenta la fuerza elástica aplicada al bracket del canino y molar de 100 a 120 g (ver figura 32). En este caso, suponiendo que la fuerza friccional se mantiene en 20 g, la fuerza de retracción aplicada contra la raíz del canino (y la fuerza

de protracción aplicada contra la raíz del molar) aumenta de nuevo a la fuerza de 100 g iniciales encontrados en un sistema ortodóncico sin fricción (Southard TE y cols., 2007).



**Figura 32.** Aumentando la fuerza elástica aplicada contra el bracket del canino y el molar para superar la fricción y la fuerza de retracción de 100 g, es recuperado contra la raíz del canino, simultáneamente aumenta la fuerza de protracción contra el molar anclado a 100 g. En otras palabras, aumentando la fuerza elástica interbracket a 120 g para superar la fricción de 20 g, el sistema de fuerza regresa esencialmente contra las raíces simulando un sistema libre de fricción. Tomado de Southard TE y cols., 2007.

Un modelo simplificado en 3 dimensiones fue desarrollado con un arco deslizándose libremente entre los brackets del canino y el molar. Con valores de fricción arco/bracket entre 0 a 0.5 los resultados de las fuerzas que actúan contra las raíces del canino y molar fueron iguales (Southard TE y cols., 2007).

Podemos afirmar que el uso de una fricción reducida utilizando sistemas de autoligado, no ayuda a preservar el anclaje posterior durante la mecánica de deslizamiento o cierre de espacio. Al final, la conclusión de este artículo es que la fricción entre el arco y el bracket no aumentaría la carga del anclaje durante la mecánica de deslizamiento, es decir, si los dientes están libres a lo largo del arco, la fricción entre los brackets y el arco no aumenta la carga del anclaje (Southard TE y cols., 2007).

Halazonetis DJ. realizó una acotación al artículo de Southard, que asume que la fricción es igual tanto en el molar como en el canino. Para Halazonetis, la fricción del canino depende de la inclinación de este, del ancho mesiodistal del bracket y del BI producido en el alambre, resultando en un aumento de la fricción o incluso en un BI completo. Posteriormente, cuando el canino es retraído, arrastra todo el alambre con él y el alambre se deslizará hasta el final distal del tubo del molar. La fuerza se verá un poco diferente a lo que muestra Southard y cols., porque ahora el

sistema está compuesto de 2 objetos en vez de tres, es decir, el canino y el arco es un objeto y el molar es el otro. La conclusión sigue siendo la misma: ambas raíces sienten la misma fuerza (Southard TE y cols., 2007).

Southard asume en su artículo que el arco es seccional que va desde el canino a molar. Esto rara vez es cierto en la mecánica de deslizamiento, debido a que el arco va desde molar a molar, en tal caso el alambre no es libre para deslizarse. La fricción sobre los incisivos y la forma curva del arco impide un desplazamiento significativo. Por este motivo, si el canino presenta una mayor fricción que el molar, la fuerza elástica es transferida al arco y, a través de este a todos los dientes anteriores. El molar continúa sintiendo los 100 g de fuerza, pero las raíces de los caninos solo sienten una parte. El anclaje posterior seguramente se vería comprometido y el arte de vender los sistemas de baja fricción estaría justificado. Una solución a esta situación es cerciorarse que la fricción del canino nunca llegue a ser mayor que la fricción del molar. Esto se consigue colocando un arco con un tope a mesial a nivel del molar. Con este tope mesial, ni el binding completo del canino afectaría el anclaje posterior, y los dientes permanecerían inmóviles, aún bajo la influencia de una fuerza elástica. Desafortunadamente, el tope mesial o la fricción relativamente mayor en el tubo del molar transferirá una fuerza elástica a los incisivos. Esto tiene el beneficio de aumentar el anclaje molar, pero a expensas de un movimiento de los incisivos hacia labial, que debería ser revertido después (Southard TE y cols., 2007).

Burrow SJ también realizó una aportación a los anteriores autores. Según este autor, la inclinación, la rotación y el movimiento introducen fuerzas que crean fricción. Esto es un proceso cuasi – estático, se llama así, porque asegura que el sistema irá a través de una secuencia de fases que están cerca al equilibrio (Burrow SJ., 2010).

Cuando el canino esta siendo retraído por una fuerza de 100 g, estos crearán un momento de fuerza ( $M_{F1}$ )

$$M_{F1} = F \times D = 100 \times 10 = 1000 \text{ g.}$$

Los 100 g de fuerza que actúan sobre el molar también crearán un momento de fuerza ( $M_{F2}$ ) de 1000 g.

$$M_{F2} = F \times D = 100 \times 10 = 1000 \text{ g.}$$

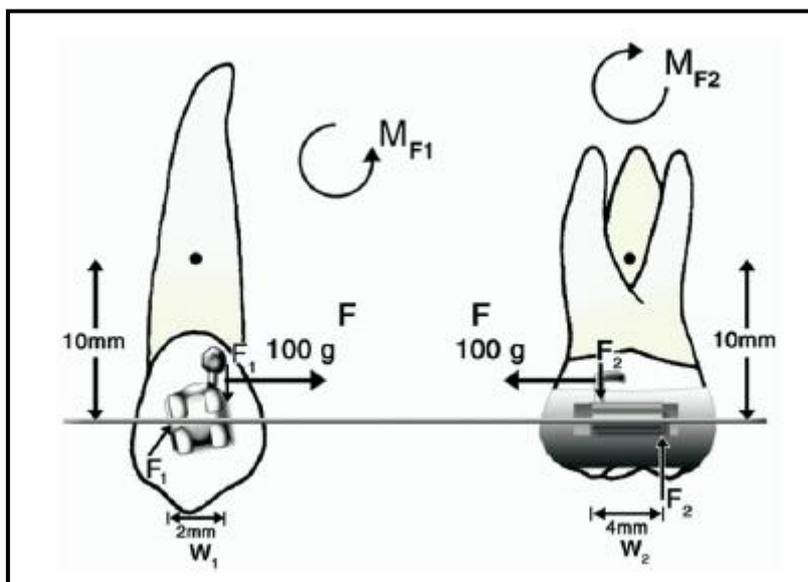


Figura 33. El bracket del canino inicialmente genera dos veces más resistencia friccional que el tubo molar, pero cuando el diente se mueve, mayor presión es ejercida sobre la membrana periodontal, y el movimiento se para temporalmente hasta que el ligamento periodontal se ajusta, luego los dientes se mueven de nuevo. Tomado de Burrow SJ., 2007.

Ambos dientes se mueven hasta que el bracket se inclina dentro del alambre. En este punto, ambos dientes crean un momento de cupla producido por la fuerza de 100 g. Si el ancho del bracket del canino es de 2 mm ( $W_1$ ), la fuerza aplicada (fricción) sobre la interfase arco - bracket sería de 500 g (Burrow SJ., 2010).

$$F_1 = \frac{M_{C1}}{W_1} = \frac{1000g \cdot mm}{2mm} = 500g$$

Mientras que si el tubo del molar tiene 4 mm de ancho, la fuerza sería:

$$F_2 = \frac{M_{C2}}{W_2} = \frac{1000g \cdot mm}{4mm} = 250g$$

De lo que se deduce que la fricción es proporcional a la fuerza ( $F_1$  y  $F_2$ ) e inversamente proporcional al ancho del bracket. En este ejemplo, el bracket del canino genera inicialmente dos veces más fricción que el tubo molar. Pero cuando el diente se mueve, la presión que se ejerce sobre la membrana periodontal es mayor, y el movimiento se para temporalmente hasta que el ligamento periodontal se ajusta, y los dientes se mueven de nuevo. Las afirmaciones realizadas por el Dr. Southard y el Dr. Halazonetis son correctas, esto implica que la fricción no aumenta la carga de anclaje todo el tiempo, sino solo algunas veces (Burrow SJ., 2007).

## 2.7.- SISTEMAS DE BAJA FRICCIÓN EN ORTODONCIA

La reducción en el tiempo de tratamiento ortodóncico es un tema importante y actual de interés para los pacientes que se van a someter a un tratamiento de ortodoncia (Wang X y cols., 2016).

Los actuales sistemas de ortodoncia mediante brackets de baja fricción permiten reducir el tiempo de tratamiento y acortar el número de visitas que debe realizar el paciente. El estudio de la fricción de los brackets se basa en analizar su diseño, morfología, tamaño y su composición (Wang X y cols., 2016).

### 2.7.1. SISTEMA SINERGY

Synergy es el más avanzado e innovador sistema de brackets de fricción reducida. Presenta un diseño exclusivo para cuya fabricación se ha combinado la tecnología MIM, con el proceso industrial de prensado y sinterización. Este bracket ofrece unas características únicas que mejoran la eficiencia clínica, reduciendo los tiempos de trabajo en sillón y la duración del tratamiento (Suárez D., 2005).

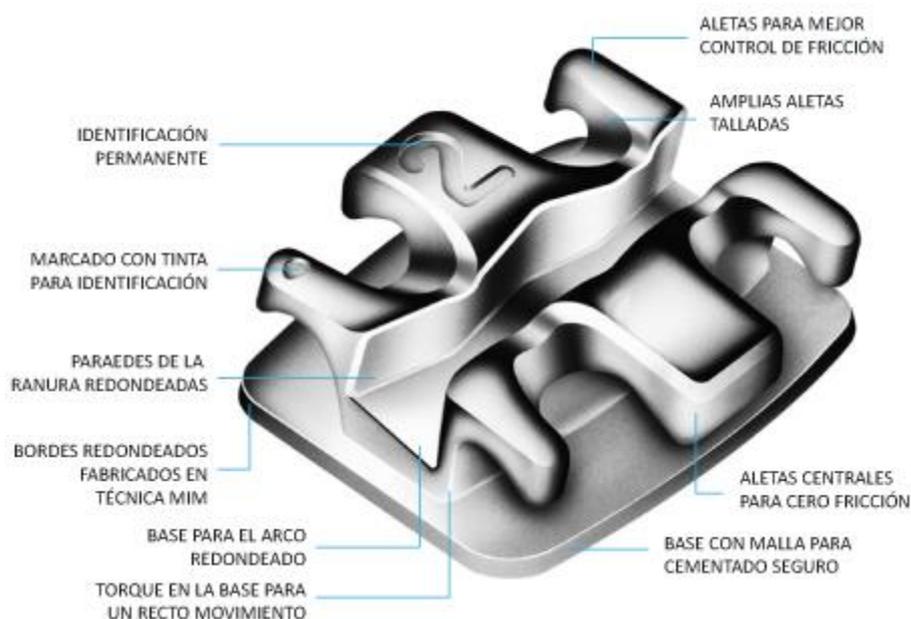


Figura 34. Brackets Synergy (Rocky Mountain Orthodontics; Denver, CO; USA)

Existen tres características clínicas fundamentales de los brackets Synergy:

### *1. Máximo deslizamiento en las fases iniciales del tratamiento con alambres superelásticos.*

Su diseño es tres pares de aletas en lugar de dos. Las aletas centrales tienen sus lados sobreelevados, de manera que cuando aplicamos la ligadura solo en el centro, en las aletas centrales el contacto alambre - ligadura es mínimo o inexistente, reduciendo casi a 0 la fricción y optimizando la acción de los alambres superelásticos (Suárez D., 2005).

### *2. Temprana inserción de arcos rectangulares*

Uno de los problemas que plantea el uso de brackets tradicionales, cuyas ranuras finalizan en los extremos en ángulos de 90°, es la dificultad biomecánica para insertar al inicio del tratamiento arcos rectangulares y la necesidad de emplear retroligaduras para el movimiento distal de los caninos. El empleo de retroligaduras, por ejemplo, en la técnica MBT, viene determinada por las limitaciones del diseño de los brackets, no por las limitaciones de la biología del movimiento dentario ortodóncico (Suárez D., 2005).

Synergy dispone de una respuesta ingeniosa a estos problemas al presentar el extremo de sus ranuras redondeadas, lo que favorece la rápida inserción de alambres rectangulares superelástico y convierte en obsoleto el uso de retroligaduras. Las ranuras redondeadas tanto en su piso como en sus extremos evitan los efectos adversos de la temprana inserción de arcos rectangulares: los pares de fuerzas inadecuados y el movimiento inicial excesivo de las raíces, permitiendo alcanzar rápidamente los arcos gruesos de acero para el cierre de espacios y la torsión (Suárez D., 2005).

### *3. Control individual “diente a diente” del movimiento dentario y el anclaje.*

Synergy presenta la ventaja frente a otros brackets de baja fricción, estándares o de autoligado, de poder controlar el movimiento dentario y el anclaje “diente a diente”. Básicamente podemos ligarlos de tres maneras:

- A) En el centro “C”. Para conseguir el máximo deslizamiento y movimiento dentario. Ligamos así en las fases iniciales de tratamiento con alambres redondos o rectangulares superelásticos, distalando caninos o sectores laterales.
- B) Estándar “O”. Ligamos las aletas de los extremos como un bracket gemelo convencional y así un máximo control de rotaciones y un deslizamiento medio. El rozamiento originado por el contacto ligadura – alambre nos va a condicionar el grado de movimiento dentario (Suárez D., 2005).
- C) En “8”. En este caso producimos un íntimo contacto alambre – ligadura y obtenemos así la total expresión del alambre sobre el bracket y el máximo control de la raíz.

Ligamos así los dientes donde queremos tener un perfecto control en los 3 planos del espacio, donde necesitamos mantener o recuperar torsión y/o queremos obtener, gracias al rozamiento, anclaje dentario (Suárez D., 2005).

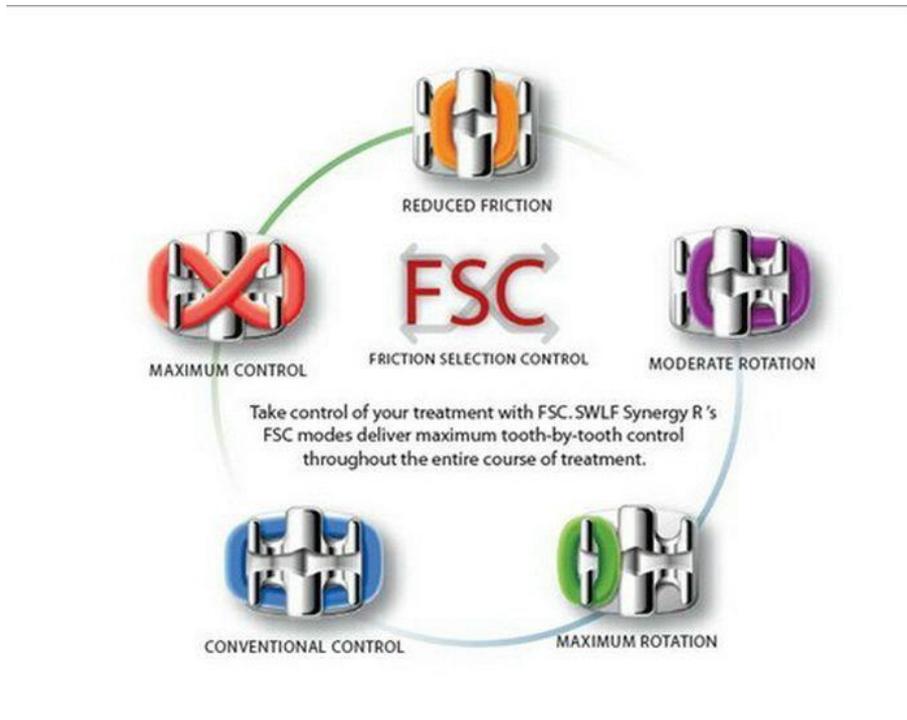


Figura 35. Synergy (Rocky Mountain Orthodontics).

Los brackets Synergy no solo son brackets de baja fricción, sino también es un bracket con las posibilidades de un bracket convencional y que únicamente modificando la ligadura (su composición y forma) se puede controlar la fricción o su opuesto, el deslizamiento diente a diente. A diferencia de los brackets de autocierre de baja fricción, excelentes durante la alineación, pero limitados en el control dentario en las fases de torsión y terminación, el Synergy nos permitirá obtener fricción (ligando con elástica o metálica y en forma convencional o de figura en “8”) cuando el tratamiento requiera excelente control radicular (Suárez D., 2005).

Los brackets Synergy no son todavía la panacea ni la gran revolución en la ortodoncia, pero sí nos permite hacer tratamientos más efectivos y eficientes con unos costes similares a los brackets y alambres convencionales (Suárez D., 2005).

Viaño y cols. realizaron un estudio de simulación numérica con el método de elementos finitos en 3D para cuplas arco - bracket entre un bracket convencional y un bracket Synergy, donde concluyeron que las tensiones en los extremos de la ranura o slot son mucho mayores en el caso del bracket estándar que en el de baja fricción (Synergy), lo que justificaría el uso de este (Viaño JM y cols., 2005).

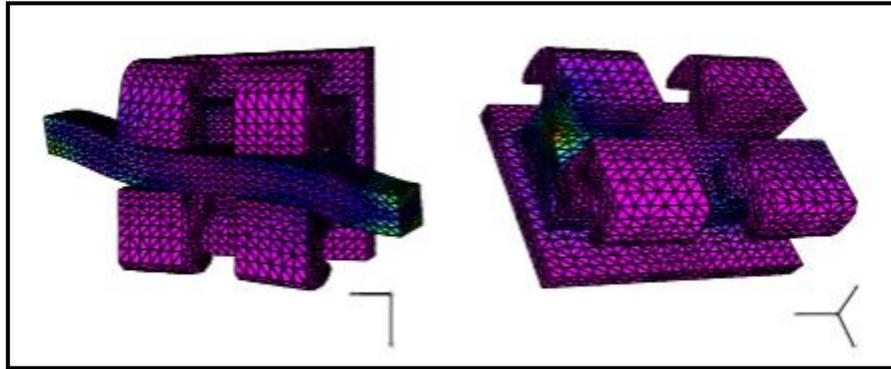


Figura 36. Deformaciones y tensiones en un bracket estándar. Tomado de Viaño JM y cols., 2005.

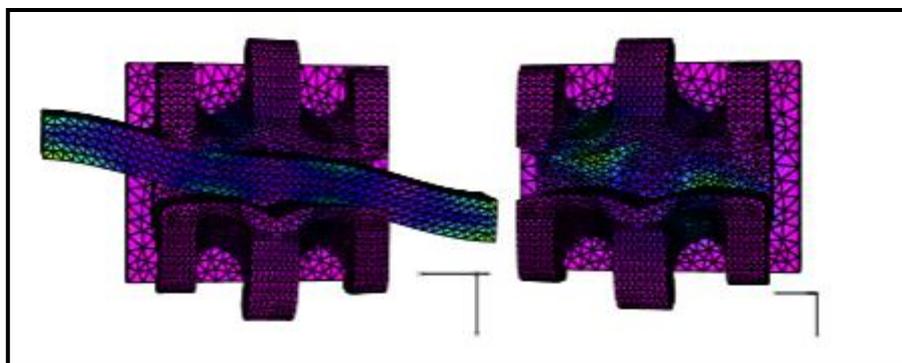


Figura 37. A. Deformaciones y tensiones en un bracket de baja fricción (Synergy). Tomado de Viaño JM y cols., 2005.

## 2.7.2. SISTEMA DAMON

Por muchos años, los ortodoncistas han ligado los brackets con ligaduras metálicas o elastoméricas. La mayor parte de nuestra planificación y mecánica de tratamiento han sido dictadas por un sistema mecánico que incorpora una cantidad significativa de fricción. El sistema Damon está casi libre de fricción, usa brackets y arcos de alta tecnología y describe un impacto dinámico sobre el hueso, los tejidos blandos, la biología celular y la fisiología del músculo. Los brackets Damon SL fueron diseñados teniendo en cuenta los siguientes criterios (Damon D., 2004).

- a. El concepto del aparato de arco recto de Angle.
- b. La configuración gemelar del bracket.
- c. El carril o corredero formando un conducto completo.
- d. Un clip pasivo sobre la cara facial del bracket.
- e. La apertura inferior de los brackets de ambas arcadas.

El sistema Damon es un sistema de autoligado pasivo. Es una técnica de ortodoncia que aprovecha las ventajas de utilizar un bracket que se traba menos por su menor fricción, y por tanto mejora la mecánica de deslizamiento (Damon D., 2004).

Una de las diferencias del sistema Damon con los aparatos convencionales, radica que la ortodoncia convencional emplea módulos elastoméricos que introducen un componente restrictivo, que impide que el arco se deslice en el bracket. Cuando se retiran estos módulos elastoméricos, los dientes pueden deslizarse en el arco más fácilmente y con mayor eficiencia.

Otra diferencia radica en la utilización de arcos con alta tecnología como las aleaciones cobre y níquel titanio (CuNiTi) y titanio y molibdeno (TMA) cuyas propiedades ayudan a proporcionar fuerzas constantes y ligeras durante todo el tratamiento. El CuNiTi, en su uso normal, no se deforma de manera permanente por lo que tiene la ventaja de aplicar fuerzas ligeras constantes, entre 100 y 300 g. Cuando se utiliza como primer arco un CuNiTi, las fuerzas empleadas pueden ser inferiores a la fuerza restrictiva de la musculatura orofacial que se opone. De esta manera no se produce el abanicamiento de los incisivos apiñados que se observa en los tratamientos tradicionales de ortodoncia. Por el contrario, lo que se observa es un desarrollo lateral, en lugar de una proinclinación de los incisivos (Damon DH., 1998).

El tercer componente del Sistema Damon es un protocolo más sencillo y lógico. Realizar un tratamiento de ortodoncia de baja fricción y bajo nivel de fuerzas es algo más que simplemente utilizar brackets que estén ligados de forma pasiva, es toda una filosofía en la que la mecánica, la fuerza, la biología y los materiales de alta tecnología contribuyen a obtener unos resultados excelentes (Damon DH., 1998).

Las doce claves del tratamiento Damon explican los principales aspectos del tratamiento que ayudarán a cualquier ortodoncista a tratar con éxito empleando este sistema (Damon DH., 1998):

1. Variar los torques en la prescripción inicial para obtener resultados óptimos.
2. Poner brackets siempre de segundo molar a segundo molar para que la oclusión se abra más fácilmente y poder controlar mejor las rotaciones. Hacer una panorámica después de la fase de arcos rectangulares Damon cobre - NiTi (segunda fase de tratamiento) y reposicionar cualquier bracket que no esté bien puesto.
3. Empezar siempre con un arco inicial Damon 0.014" CuNiTi y dejarlo en boca durante 10 semanas.
4. Poner topes (crimpables o con composite fluido) en el arco anteriores al apiñamiento normalmente entre los incisivos centrales.

5. Desarrollar la dimensión lateral con arcos y equilibrar las fuerzas ortodóncicas con la musculatura facial, en lugar de insertar aparatos de disyunción palatina rápida de alto nivel de fuerza.

6. Se pueden abrir las sobremordidas verticales con diferentes opciones, dependiendo de los requerimientos de la arcada inferior.

7. Colocar cadenas para consolidar el espacio bajo el arco para reducir al mínimo la fricción, sin que el arco quede trabado.

8. Mover los dientes en grupo en lugar de hacerlo de manera individual. Mantener el aporte sanguíneo en todos los dientes. No dejar ningún diente suelto que no haya sido incorporado en el arco. No retraer ningún diente de manera individual. Evitar poner un muelle en un diente ligado al arco.

9. Cerrar los espacios con arcos de acero con postes en la fase final de tratamiento. Acabar los casos (forma de arcada y detalles) con arcos rectangulares de TMA o de acero. Los arcos de acero son 0.016 x 0.025" o 0.019 x 0.025". Los arcos de TMA son 0.017 x 0.025" o 0.019 x 0.025".

10. Los elásticos de clase II y clase III se extienden desde los postes de los arcos finales hasta los primeros molares. Utilizar dos elásticos de 5/16 de pulgada, de 6 onzas, por las noches en los casos difíciles de adultos.

11. Modificar el arco final para cada paciente en base a la forma de arcada desarrollada gracias al equilibrio de las fuerzas. Esta forma se establece al final de la fase de arcos de alta tecnología (segunda fase) y suele estar basada en la forma de la arcada inferior.

12. Tenga paciencia. Es posible que se tarde en cambiar la situación repentinamente y empiece a observar cambios.

En el sistema Damon existen doce factores a tener en cuenta en un tratamiento de ortodoncia (Damon DH., 1998).

### El Diagnóstico

Para preparar un caso de manera sensata debemos realizar un diagnóstico holístico del paciente, que consiste en evaluar la estética facial (perfil plano vs perfil convexo), competencia labial, postura y posición de la lengua e interferencias oclusales. Además de aspectos más tradicionales de los estudios cefalométricos (plano mandibular, ángulo interincisivo, posición de los incisivos), el DOD o apiñamiento y el estudio de Bolton (Damon D., 2004).

En lugar de diagnosticar desde el punto de vista de la extracción o no extracción, el sistema Damon, en su diagnóstico, determina cómo conseguirá el anclaje, cómo se vencerán las fuerzas

pesadas de la oclusión, cómo se considerará el factor de la competencia labial e incluso cómo se resolverán los dientes fuera de oclusión (Damon D., 2004).

### Tratamiento tradicional vs Ligado activo vs Ligado pasivo.

Después de los legendarios debates entre Angle y Case, el método de autoligado de ortodoncia ha sido uno de los temas más debatidos por los ortodoncistas en diferentes mesas redondas, reuniones de profesionales, artículos y editoriales de revista. Pero a pesar de estos arduos debates, es el método que más adeptos ha conseguido a lo largo de su historia (Damon D., 2004).

El sistema Damon utiliza un bracket de autoligado pasivo (PSL) y es el que menos interfaz tiene entre el bracket y el arco de todos los demás aparatos de ortodoncia (Damon D., 2004).

Debido al mínimo interfaz que existe entre el bracket y el arco, el deslizamiento de los dientes se realiza con menos trabas y, por tanto, las fuerzas tienden a ser más ligeras o más biológicas. La posición de los dientes anteriores se puede mantener gracias a las fuerzas compensatorias de los músculos de los labios y la lengua, debido a que los músculos podrán controlar de manera adecuada las fuerzas ligeras asociadas al movimiento dentario del autoligado pasivo (Damon D., 2004).

El autoligado activo y los brackets convencionales, al trabar más el arco, restringen el deslizamiento de los dientes en el arco más que los brackets de autoligado pasivo (Damon D., 2004).

### Torque

El punto más álgido de debate entre los ortodoncistas en relación al sistema Damon frente a los brackets convencionales, es que en las fases finales de tratamiento no tienen control de torque sobre los dientes, debido a que para establecer el torque es necesario que el diente se “asiente” en el bracket. No obstante, el torque procede de la pared gingival e incisal del bracket. Los brackets de autoligado pasivo no están libres de fricción. Es decir, hay y debe haber un interfaz entre el arco y el bracket aún así el arco se traba menos en el bracket y hay menos fricción entre ambos que en los sistemas convencionales. Para facilitar el movimiento a lo largo del arco y conseguir un sistema con mayor “holgura”, el arco más grande del sistema Damon es el acero inoxidable de 0.019 x 0.025” (Damon DH., 1998).

El sistema Damon se basa en los principios de “Torques variables”. Hay múltiples torques para muchos dientes. Los incisivos del maxilar tienen tres torques específicos alto (rojo), estándar (azul) y bajo (verde) (Damon DH., 1998).

Los incisivos de la mandíbula y todos los caninos tienen dos torques (estándar y una variación). Los premolares únicamente tienen un torque por diente (Damon DH., 1998).

Los brackets de alto torque del maxilar generalmente se emplean en casos de Clase II, casos post-extracción y en aquellos casos en que se desea mayor angulación (Damon DH., 1998).

Los brackets de bajo torque se utilizan en los incisivos maxilares y mandibulares en los que se desea combatir el abanicamiento de los dientes, debido a un apiñamiento severo o una mecánica que tiende a causar abanicamiento (elásticos de Clase II en incisivos inferiores) (Damon DH., 1998).

Cita Inicial (Damon DH., 1998).

Para empezar un caso con el sistema Damon son esenciales los siguientes componentes:

- a. Incluir en el arco todos los dientes de segundo molar a segundo molar en ambas arcadas.
- b. Todos los casos deben empezar con un arco no mayor de 0.014" CuNiTi y el arco se le debe dejar en boca como mínimo 10 semanas.
- c. Los brackets de autoligado se traban muy poco. Por eso si no se aseguran cuidadosamente los arcos y se evita el movimiento lateral, se necesitarán numerosas citas de urgencias para resolver el movimiento asimétrico de los arcos. Es necesario poner unos topes en todos los arcos de cobre NiTi para evitar que se deslicen de lado a lado. En el maxilar se pone un tope a 1 mm por mesial y por distal del bracket del diente que está más anterior al apiñamiento y que necesita menor movimiento. En la arcada inferior se coloca un único tope lo más cerca posible a la línea media, anterior al apiñamiento, entre los dientes que estén en mejor posición.
- d. Para los dientes fuera de oclusión existen dos alternativas. Si lo que interesa es conseguir un movimiento hacia las piezas anteriores, incorporar todos los dientes al sistema permitirá un movimiento anterior de los incisivos. Si por el contrario, lo que se desea es la estabilidad de la posición anterior y más movimiento lateral que anterior, en ese caso se coloca un muelle y si el diente está desplazado hacia lingual o palatino, se ata ese diente al arco que lleva el muelle con una ligadura de acero inoxidable de 0.010". Esto ayuda a que los dientes anteriores no se abaniquen hacia adelante y estimula un mayor desarrollo transversal.
- e. Si durante los primeros días los brackets interfieren con los dientes opuestos se utilizan levantes de mordida.
- f. Si el paciente quiere aros de colores se colocan bajo el arco y por encima del bracket. La única finalidad es decorativa.
- g. Las piezas muy rotadas pueden desrotarse colocando una cadeneta elástica bajo el arco y atándola en la dirección adecuada.

Secuencia de arcos (Damon DH., 1998).

Las cuatro fases de tratamiento en el sistema Damon son las siguientes:

Fase I: Nivelado y Alineación (Damon DH., 1998).

Se inicia con el desarrollo de la arcada con un arco de CuNiTi Damon de 0.014” ó 0.013” en caso de que haya rotaciones severas o problemas periodontales. El objetivo de esta fase es corregir el 90 % de las rotaciones que se debe conseguir en 10 a 20 semanas.

Fase II: Arco de canto de alta tecnología (Damon DH., 1998).

Ya se ha nivelado y alineado la arcada, y se han resuelto todas las rotaciones. Se inicia el control de torque al tiempo que se consolida el espacio anterior. Sigue progresando el desarrollo de la arcada.

Los arcos que suelen utilizarse son 0.014 x 0.025” y luego 0.018 x 0.025” Damon Cobre NiTi. En caso de sobremordida división 2, también sería una buena opción emplear uno de NiTi Damon 0.017 x 0.025” ó 0.019 x 0.025” con curva invertida.

A menudo se realiza una panorámica para ver si se debe reposicionar algún bracket. La duración de esta fase suele ser de 10 a 20 semanas.

Fase III: Mecánica principal y acabado (Damon DH., 1998).

Se completa el control del torque y se consolida todo el espacio posterior utilizando retroligaduras que, además, evitan que se vuelva a abrir el espacio posterior.

Es el momento de coordinar la forma de ambas arcadas copiando la forma de la arcada inferior que hemos obtenido y haciendo que el arco superior sea 1- 2 mm más grande a lo largo de toda la arcada. Si se requiere un poco más de anchura de arcada, por ejemplo, en un caso de mordida cruzada, se puede expandir el arco ligeramente en este punto.

La duración de esta fase es de 20 - 40 semanas, con intervalos de 6 semanas entre citas para la fase de la mecánica principal.

Fase IV: Acabado (Damon DH., 1998).

El acabado es decisión personal de cada ortodoncista. Se pueden utilizar arcos de TMA, así como algunos elásticos con patrones específicos que ayudarán a obtener el posicionamiento correcto de los dientes.

Es fundamental tener en cuenta el correcto posicionamiento de los márgenes gingivales, ya que deben quedar a la misma altura, obteniendo así una buena relación entre los dientes y un posicionamiento vestibulo – lingual de las raíces perfecto.

Los arcos 0.018 x 0.025” CuNiTi no se deben dejar más de 6 semanas en boca, debido a que este arco ejerce una fuerza superior a la biología y se obtiene la forma genérica Damon.

#### La teoría de la desarticulación (Damon DH., 1998).

Si la fuerza de oclusión es superior a las fuerzas ligeras de los arcos de CuNiTi, se progresará muy poco porque limitará la capacidad de expresión de los arcos. Por este motivo es imprescindible desarticular cuando se emplee el sistema Damon, para maximizar la respuesta biológica a las fuerzas ligeras Damon. El mejor método para obtener esta desarticulación parece ser el levante de mordida anterior. Al colocar estos levantes en las superficies linguales de los incisivos del maxilar se obtiene una desarticulación posterior. La desarticulación posterior permite un desarrollo lateral libre, se cierran los espacios con fuerzas ligeras, se obtiene una alineación y nivelado más eficiente, y el tratamiento es más rápido sin necesidad de aplicar fuerzas pesadas.

En caso de mordidas abiertas anteriores y resalte extremado que impide el contacto de los levantes de mordida anteriores, será suficiente con utilizar levantes de mordidas posteriores en las cúspides vestibulares de los segundos molares. La desarticulación ayuda además a corregir el desarrollo lateral transversal (mordida cruzada). Al eliminar las fuerzas de oclusión de las piezas posteriores, hay más libertad para la expresión lateral, por lo que es más fácil obtener una corrección transversal.

#### Tratamiento temprano (Damon DH., 1998).

Las fuerzas ligeras que utiliza el sistema Damon son adecuadas para aquellos casos en que está indicado una intervención y tratamiento temprano.

Para ganar espacio, el sistema Damon utiliza D- Gainer. Este aparato se utiliza para crear espacio para que erupcionen los dientes y no haya necesidad de extraer piezas. Los dientes erupcionarán en tejido queratinizado, lo que mejora la salud periodontal.

Es una variante del aparato tradicional 2x4 y su clara ventaja con respecto a los diseños anteriores es que utiliza los brackets de autoligado pasivo. Esto permite que los dientes anteriores se mantengan más enderezados y el espacio necesario para la erupción de los dientes permanentes se consigue principalmente gracias al desarrollo lateral de la arcada.

En este aparato se utilizan brackets de bajo torque (reducir el abanicamiento) y se colocan unos muelles medios de NiTi entre los incisivos laterales y los primeros molares.

En los casos que se esté desarrollando una Clase II esquelética, se fabrica un aparato Herbst telescópico con coronas de acero inoxidable en los cuatro primeros molares para sujetarlo. La edad ideal para colocar este aparato es 10,5 años en niñas y 11,5 años en niños. Se lleva el Herbst aproximadamente durante 15 - 18 meses y al retirarlo se inicia el tratamiento con brackets.

#### Mecánica de espacio (Damon DH., 1998).

Se utiliza la misma mecánica metálica, resortes de NiTi, tanto para abrir espacios como para cerrarlos. Los resortes de NiTi medios se utilizan por su capacidad de suministrar fuerzas constantes durante el tiempo que se necesite, cuando se trata una falta de espacio (apiñamiento sin extracción) o de exceso de espacio (casos de espacio entre dientes o de extracción).

#### Elásticos (Damon DH., 1998).

El objetivo de los elásticos en el sistema Damon es guiar a los dientes a la posición deseada, sin que por ello quede trabado el arco.

El principal elástico que se utiliza es el 5/16 de 6 oz. En correcciones de Clase II y III los elásticos suelen utilizarse en la tercera fase (mecánica principal).

Los elásticos para mordida cruzada suelen ser de 3/16 (4 oz). Los elásticos de cierre vertical (acabado) suelen ser de 5/16 (6 oz).

#### Anclaje (Damon DH., 1998).

El objetivo de un tratamiento de ortodoncia es un anclaje efectivo y eficiente. En la ortodoncia convencional se han utilizado diferentes aparatos intraorales (arco transpalatino, botón de Nance, arcos linguales) y aparatos extraorales para reforzar el anclaje. Estos aparatos están contraindicados en el sistema Damon, ya que al ser transpalatinos limitan el desarrollo lateral esencial para éxito del tratamiento Damon.

Además, los dispositivos de anclaje temporal (TADs) o minitornillos se pueden utilizar con éxito en el sistema Damon, gracias a que no restringen la dimensión lateral. Estos están especialmente indicados en correcciones verticales, sobre todo en la intrusión de piezas.

El incorporar los segundos molares en el aparato, no solo permite disipar las fuerzas a lo largo de toda la arcada, sino que además permite obtener un mayor anclaje cuando es necesario.

La Clase II se puede corregir incorporando los segundos molares en el aparato superior y cortando el arco por distal del primer molar inferior. Las piezas anteriores superiores se retraen y las posteriores inferiores se protraen.

Acabado estético y ortodóncico (Damon DH., 1998).

El acabado es decisión personal de cada ortodoncista. Para simplificar es necesario tomar una panorámica al final de la fase de arco CuNiTi rectangular, para así evaluar el paralelismo de las raíces y repositionar los brackets que no estén bien puestos. Es importante mostrar más interés en la posición vestibulolingual de las raíces. Los casos que recidivan lo hacen porque muchas de los ápices de los dientes desplazados hacia lingual o palatino no se mueven mucho.

El arco TMA es fantástico para el acabado, ya que permite aplicar un torque suave en el arco para corregir el torque de las raíces, y además se pueden hacer en él pequeños escalones gingivales vestibulo-linguales o incisivo-gingivales.

En pacientes adultos, también resulta útil para el acabado estético, el recontorneado para intentar establecer un caso con acabado más pulido, retocando marcas asimétricas de desgaste de los dientes y nivelando los bordes incisales.

Retención y estabilidad (Damon DH., 1998).

El éxito de un caso depende de su estabilidad. El protocolo de retención es bastante rutinario. Se coloca un retenedor fijo cementado por lingual en los cuatro incisivos superiores y en las seis piezas inferiores (de canino a canino). Como arco de retención se utiliza el Bond a Braid (0.16 x 0.22"). Además del retenedor fijo, también se utiliza el retenedor fijo por las noches. En la mayoría de los casos se emplea un retenedor sencillo fabricado al vacío tipo "Essix". En las maloclusiones severas se emplea una férula Damon. Este aparato consta de dos retenedores transparentes unidos con acrílico duro, de manera que se lleva por las noches como se usaría un protector de mordida para hacer deporte. En la clase II, se fabrica con los dientes en relación borde a borde para estimular la postura hacia delante de la mandíbula, de la misma manera que se haría con un aparato funcional. En las clases III, mordidas abiertas y problemas transversales se fabrica la mordida en cera en RC. Las férulas Damon se fabrican con la intención de llevarlas por la noche, de manera indefinida (Badgen., 2004).

Voudouris JC y cols. midieron la fricción producida por tres tipos de backes gemelares convencionales y los comparó con tres brackets gemelos interactivos: uno activo (Sigma) y dos pasivos (Damon SL y Wildman TwinLock). Cuando los arcos de acero inoxidable de 0.019 x 0.025" fueron tensados a través del bracket, la ligadura convencional en anillo (O) y la ligadura de metal produjo 609 y 300 veces más fricción respectivamente, que los brackets de autoligado pasivo. Además, los brackets de autoligado activo produjeron 216 veces más fricción que los brackets de autoligado pasivo (Voudouris JC y cols., 2010).

Pandis M y cols. concluyeron que no se encontró ninguna diferencia significativa en el tiempo de corrección de la alineación inferior entre los brackets Damon 2 y los brackets

convencionales. Sin embargo, cuando el índice de irregularidad (II, en adelante) fue menor de 5 ( $II < 5$ ), los brackets de autoligado tuvieron mejor comportamiento. La corrección con este tipo de bracket fue 2,7 veces más rápida que con el bracket convencional, pero este mismo comportamiento no se observó cuando el II fue mayor que 5 ( $II > 5$ ). Por otro lado, el grupo de autoligado mostró un aumento significativo del ancho intermolar que el grupo de brackets convencionales (Pandis M y cols., 2007).

Scott P y cols. realizaron un estudio donde compararon la eficiencia en la alineación mandibular entre diferentes sistemas de brackets convencionales y el bracket de autoligado pasivo Damon 3. Concluyeron que no hubo diferencia en la velocidad de alineación de los incisivos inferiores, entre un sistema de brackets convencional y un sistema de brackets de autoligado pasivo como Damon 3. La única diferencia significativa en la velocidad de alineación de los incisivos fue la cantidad de irregularidad inicial. Mientras que el sexo, la edad, y el tipo de bracket no fueron estadísticamente significativos (Scott P y cols., 2008).

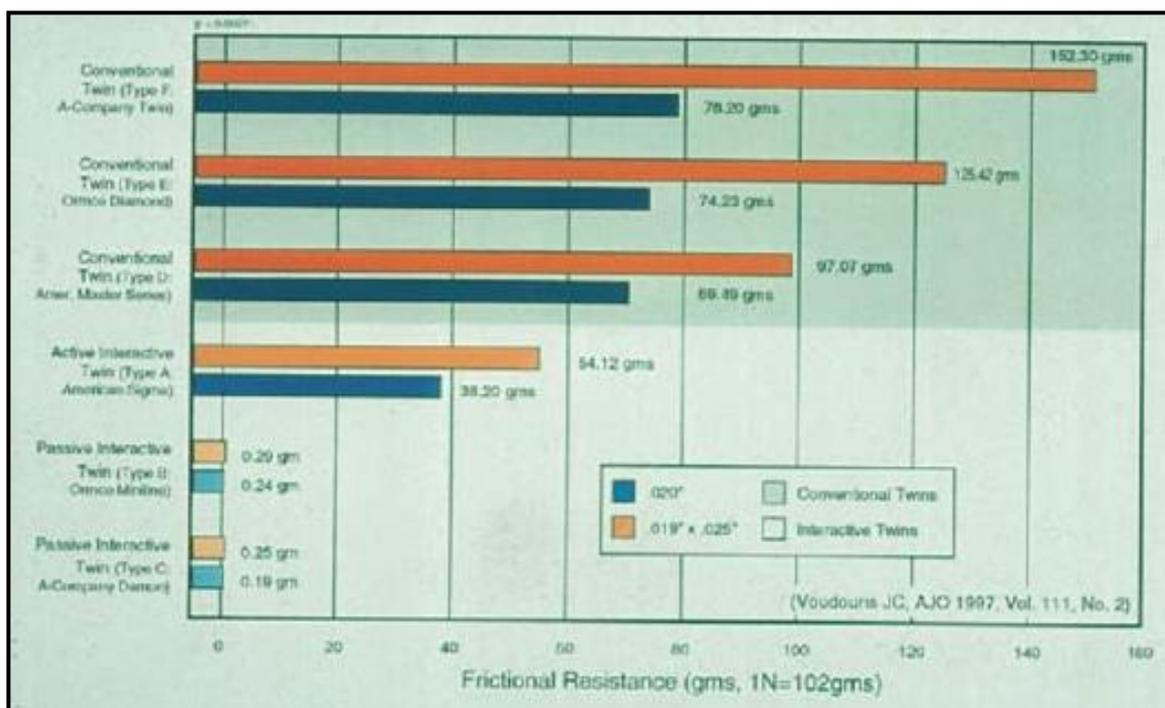


Figura 38. Niveles de fricción generados con brackets gemelares convencionales, brackets de autoligado pasivo y activo utilizando un arco de acero inoxidable de 020" y .019x.025 con una angulación de 0°. Tomado de Damon DH., 1998.

### 2.7.3. AUTOLIGADO ACTIVO VS AUTOLIGADO PASIVO

#### *BRACKETS DE AUTOLIGADO PASIVO:*

Los brackets de autoligado pasivo presentan un clip de cierre que no presiona el arco contra las paredes internas de la ranura del bracket. Además, presentan un ángulo crítico para el binding; por lo tanto, presentan menos fricción que los brackets de autoligado activo, como consecuencia se produce una pérdida del control del torque (pasan rápidamente de un torque bajo a un torque alto) (Pérez García LM y cols., 2013; Brauchli LM y cols., 2011; Nuñez LN., 2010).

Los brackets de autoligado pasivo SmartClip 3M produjeron fuerzas de fricción significativamente menores con un arco de acero inoxidable 0.019 x 0.025" que sistemas de brackets convencionales (Pérez García LM y cols., 2013).

Todos los brackets, excepto los sistemas de autoligado pasivo, mostraron resistencia al deslizamiento del arco 0.019 x 0.025" (Pérez LM y cols., 2013).

Ejemplos de brackets de autoligado pasivo son: Damon 3 (Ormco), SmartClip (3M) y Oyster (Gestenco) (Pérez García LM y cols., 2013).

#### *BRACKETS DE AUTOLIGADO ACTIVO*

Los brackets de autoligado activo presentan un mejor control del torque y un menor juego del arco dentro de la ranura que los de autoligado pasivo, su clip es capaz de flexar e interactuar con el arco para corregir las piezas dentales (Pérez García LM y cols., 2013; Brauchli LM y cols., 2011; Nuñez LN., 2010).

Algunos brackets de autoligado activo son: In-Ovation (GAC), Quick (Forestadent).

Ormco y otras compañías han defendido el autoligado pasivo y ahora también han sacado su propio bracket de autoligado activo; otras como GAC siempre han apostado por el autoligado activo. Forestadent ha sacado ambas versiones de sus brackets de autoligado, tanto activo como pasivo (Pérez García LM y cols., 2013).

### 2.7.4. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN DIFERENTES TIPOS DE BRACKETS

En la literatura científica existen numerosos estudios en los que se analiza el grado de fricción entre brackets de baja fricción frente a brackets de tipo convencional o brackets de autoligado. Estos estudios son de carácter *in vitro*. Los estudios llevados a cabo que analizan brackets de baja fricción Synergy de carácter *in vivo* son escasos. Estos estudios evalúan brackets con slot de

0.018'' y slot de 0.022''; también analizan la influencia de la dimensión del arco y de la composición del arco.

En 2001, Eberting JJ y cols., estudiaron la diferente eficacia de la mecánica de tratamiento en brackets autoligables y convencionales, diferencias de tiempo de tratamiento, número de citas necesarias y calidad de los resultados. Los pacientes tratados con brackets Damon SL tenían tiempos de tratamiento significativamente menores, requirieron significativamente menos citas, por lo que percibieron su tratamiento como más corto de lo esperado. Además, el tratamiento puede ser mejor según lo medido por los criterios de ABO (American Board of Orthodontics) (Eberting JJ y cols., 2001).

En 2003, Redlich M y cols. realizaron un estudio *in vitro* en el que evaluaron la fuerza de fricción estática creada entre los arcos y los brackets durante la mecánica de deslizamiento. Para ello estudiaron 3 grupos: grupo A: NuEdge (TP Orthodontics); grupo B: Descubrimiento (Dentaurum); grupo C: Synergy (Rocky Mountain Orthodontics); grupo D: libre de fricción (American Orthodontics); y el grupo E: TIME, un soporte autoligado (American Orthodontics). El Grupo F (Omni Arch, GAC International) sirvió como grupo de control. Cada grupo contenía 75 brackets de acero inoxidable con ranuras de 0.022 x 0.028''. Se encontraron diferencias significativas en las fuerzas de fricción estática entre los diferentes grupos. El grupo D (libre de fricción) mostró la más baja y el grupo E (tiempo) mostró las fuerzas de fricción más altas (más altas que los soportes de fricción normales (Arco Omni). Este estudio demuestra que no todos los soportes proporcionan "fricción reducida", aunque los fabricantes los describan como si lo hicieran.

En 2006, Miles PG y cols. también compararon la efectividad y comodidad de los brackets Damon versus los brackets convencionales durante la alineación inicial. El estudio comprendía 60 pacientes consecutivos que participaron en un diseño de boca dividida. Un lado de la arcada con brackets Damon y el otro con brackets convencionales. Se tomaron mediciones al inicio de tratamiento, a las 10 semanas en el primer cambio de arco y a las 10 semanas en el segundo cambio de arco. Los brackets convencionales eran más incómodos con el arco inicial. Sin embargo, a las 10 semanas, un número mayor de pacientes informó incomodidad con el soporte Damon cuando se colocó el arco a las 10 y a las 20 semanas, pero los resultados no fueron clínica ni estadísticamente significativos. Por tanto, concluyen que los brackets Damon no son mejores durante la alineación inicial, que los brackets convencionales. Inicialmente, el soporte Damon era menos doloroso con arcos iniciales, pero más doloroso con arcos de mayor grosor. Además, se descementaban con mayor frecuencia (Miles PG y cols., 2006).

En 2007, Miles PG y cols. compararon la velocidad de cierre del espacio en masa con el deslizamiento entre la mecánica de los brackets SmartClip pasivos (3M) y convencionales ligados con ligadura metálica, con ranuras de 0.018". En el estudio participaron 19 pacientes a los que se les habían realizado extracciones de los primeros premolares superiores. Se les colocó en la mitad de una arcada SmartClip y en la otra mitad brackets convencionales. El cierre de espacios se completó con acero 0.016 x 0.022". Las tasas medias de movimiento dental para el lado del soporte SmartClip (1,1 mm por mes) y el lado del soporte gemelo convencional (1,2 mm por mes) no fueron significativamente diferentes (Miles PG., 2007).

Turnbull NR y cols., en 2007, realizaron un estudio clínico prospectivo en el que evaluaron la velocidad relativa de los cambios de arco, comparando los brackets de autoligado con los métodos de ligadura elastoméricos convencionales. La muestra estaba formada por 131 pacientes que fueron tratados con brackets de autoligado (Damon 2) o brackets convencionales (mini-twin convencional de Orthos). Concluyeron que el sistema de autoligado reduce el tiempo de sillón, ya que el cambio de arco es más rápido en la mayoría de las etapas de tratamiento (Turnbull NR y cols., 2007).

En 2007, Yeh CL y cols. evaluaron en su estudio la resistencia a la fricción de varios grupos de brackets: grupo 1, brackets autoligables pasivos (Damon SL) y grupo 2: brackets con ligadura pasiva (Synergy). Concluyeron que no existen diferencias estadísticamente significativas en la fricción cuando se aplican rotaciones de segundo orden. Sin embargo, sí existen diferencias estadísticamente significativas cuando se aplican rotaciones de primer y tercer orden (Yeh CL y cols., 2007).

En 2007, Pandis N y cols. compararon los anchos intermolares después de alinear la arcada mandibular con apiñamiento en pacientes adolescentes sin extracción, entre brackets convencionales y autoligables. En este ensayo controlado y aleatorizado participaron 50 pacientes que fueron divididos en 2 grupos: brackets convencionales y brackets de autoligado pasivo, ambos con una ranura de 0.022". No hay evidencia de diferencia en el ancho intermolar, ni en el ancho intercanino entre los dos sistemas de brackets. El tiempo para alinear las arcadas no difirió entre los dos sistemas de brackets, mientras que la cantidad de apiñamiento fue un predictor significativo del tiempo requerido para alcanzar la alineación. Concluyeron que el uso de brackets convencionales o autoligables no parece ser un predictor importante del ancho intermolar mandibular en pacientes sin extracciones cuando se utiliza la misma secuencia de arcos (Pandis N y cols., 2008).

En 2008, Paduano S y cols. compararon la velocidad de cambio del arco entre brackets autoligables (SL) y brackets convencionales con ligadura elástica o metálica (SS). Participaron en el estudio 50 pacientes que fueron divididos en cinco grupos según el tipo de bracket y ligadura

empleada. Time2 SL brackets (n=10); SmartClip SL brackets (n=10), In-Ovation SL brackets (n=10), brackets convencionales con ligaduras SS (n=10), brackets convencionales con ligaduras elásticas (n=10). Concluyeron que el tiempo de trabajo era significativamente más corto con brackets autoligables respecto a los convencionales (más rapidez y eficiencia en la remoción y colocación del arco). Dentro de los convencionales, eran más rápidas las citas en las que se le coloca al paciente ligaduras elásticas que en las que se colocan ligaduras de acero (Paduano S y cols., 2008).

En 2008, Pandis N y cols. realizaron un estudio para comprobar si el uso de brackets de autoligado estaba asociado con mejores valores para índices periodontales, debido a la ausencia de ligaduras, lo que reduce zonas retentivas para la acumulación de placa. Realizaron una investigación prospectiva de cohortes en la que participaron 50 pacientes con brackets convencionales y 50 pacientes con brackets de autoligado. La duración promedio del seguimiento fue de 18 meses. Las variables estudiadas fueron índice de placa, índice gingival, índice de cálculo y profundidad de sondaje. Concluyendo que los brackets autoligables no tienen una ventaja sobre los convencionales con respecto al estado periodontal de los dientes (Pandis N y cols., 2008).

En 2008, Scott P y cols. compararon el grado de incomodidad experimentado durante el período inicial del tratamiento de ortodoncia. Se compraron los sistemas Damon 3 (autoligado) y Synthesis™ (convencional). Participaron en el estudio 62 sujetos: 32 varones y 30 mujeres; edad media 16 años, 3 meses. El arco empleado para el estudio fue el CuNiTi 0.014” de Damon. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los niveles percibidos de incomodidad entre los dos tipos de brackets, ni al inicio del tratamiento, ni posteriormente (Scott P y cols., 2008).

En 2009 Fansa M y cols. realizaron este estudio para investigar si el comportamiento de nivelación está influenciado por diferentes sistemas de brackets o por el método de ligadura. Probaron la efectividad de la nivelación de nueve sistemas de brackets autoligados de varios fabricantes (Forestadent-Quick, en variantes activas y pasivas, Dentsply GAC In-Ovation, adenta TIME, Ormco Damon 2 y Damon 3MX, UP-Dental Opal-M y Opal-2, Strite SPEED) en un sistema de ranura de 0.022”. Un sistema de soporte convencional (Dentaurum discovery) se usó con fines de referencia. También se utilizó un arco de acero (Ormco Tripleflex™ 0,44 mm) redondo y cuatro arcos de níquel-titanio de varios diámetros (Forestadent BioStarter 0,30 mm redondo, BioStarter 0.40 mm redondo, Titanol Low Force 0,40 × 0,40 mm<sup>2</sup> y Titanol Low Fuerza 0,40 × 0,56 mm<sup>2</sup>). La prueba de los diez sistemas de brackets no reveló diferencia en términos de su efectividad de nivelación. Por tanto, la selección del bracket tiene una influencia insignificante en la efectividad de la nivelación, a pesar de que los brackets de autoligado son más fáciles de manipular para el ortodoncista y proporcionan mayor comodidad estética y ventajas de uso. Sin

embargo, no son superiores a los soportes convencionales en cuanto a sus características biomecánicas (Fansa M y cols., 2009).

En 2010, Fleming PS y cols. se marcaron como objetivo probar las hipótesis de que el tratamiento con SmartClip (autoligado) y Victoria (convencional) no daría lugar a ninguna diferencia en la duración del tratamiento o el número de visitas requeridas. Participaron en el estudio 66 pacientes a los que se les realizaron exodoncias que fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de los grupos. Solo 54 (81,8%) participantes completaron el estudio. La duración del tratamiento fue 3 meses mayor en el grupo tratado con SmartClip. Sin embargo, el tipo de bracket no tuvo influencia estadística sobre la duración del tratamiento. Por tanto, el tipo de bracket no influyó en la duración del tratamiento o el número de visitas requeridas (Fleming PS y cols., 2013).

En 2010, Stefanos S y cols. evaluaron la resistencia a la fricción entre diferentes sistemas de brackets con slot de 0.022": In Ovation, Speed, SmartClip, Synergy y Damon con el empleo de arcos de 0.019 x 0.025" de acero inoxidable. El sistema de brackets Damon presentó los valores de fricción más bajos, seguido de los brackets Synergy (Stefanos S y cols., 2010).

En 2011, DiBiase AT y cols. realizaron un ensayo clínico prospectivo aleatorizado que comparó el efecto del tipo de bracket en la duración del tratamiento de ortodoncia y sus resultados. A 62 pacientes (32 hombres, 30 mujeres; edad media, 16,27 años) se les realizaron exodoncias de primeros premolares mandibulares que fueron asignados aleatoriamente al grupo de autoligado (Damon 3) o al grupo de brackets convencionales (Ormco). Se utilizó una secuencia de arco idéntica en ambos grupos, excluyendo los arcos de acabado: 0.014", 0.014 x 0.025" y 0.018 x 0.025" de cobre, níquel y titanio para la alineación, seguida de 0.019 x 0,025" SS (arcos de trabajo). Se incluyeron los datos recogidos al inicio del tratamiento y después de retirar los brackets, los modelos de estudio dental, duración total del tratamiento, visitas, número de visitas de emergencia, roturas durante el tratamiento y número de citas fallidas. De 62 pacientes al inicio del tratamiento, se analizaron los registros de 48 pacientes después de retirar el aparato. Concluyeron que el uso del soporte Damon 3 no reduce el tratamiento general, el tiempo o el número total de visitas, o da un mejor resultado oclusal en comparación con el ligado convencional en tratamientos de ortodoncia con extracciones (DiBiase AT y cols., 2011).

En 2012, Deshpande A y cols. evaluaron la eficiencia de los brackets autoligados Opal (SLB) comparándolos con brackets convencionales de sistema MBT. Un total de 7 pacientes fueron comparados en cada grupo. Los resultados mostraron ahorro de tiempo en la consulta con el sistema SLB, mientras que la eficiencia del aparato no fue significativa. Concluyeron que aunque los SLB tenían la ventaja de ahorrar tiempo en el sillón, también tenían la desventaja de que se descementaban con mayor frecuencia (Deshpande A y cols., 2012).

En 2012, Johansson K y cols. realizaron un estudio prospectivo y aleatorizado de la eficacia del tratamiento de ortodoncia con brackets de autoligado (SL; marca Time2, American Orthodontics) y brackets convencionales (CE; marca Gemini, 3M). La muestra comprendía 100 pacientes que fueron aleatorizados en ambos grupos SL o CE. Los participantes fueron tratados por uno de tres especialistas en ortodoncia y con instrucciones continuas alternativamente por cinco asistentes de ortodoncia, según nuestra rutina de tratamiento (es decir, técnica edgewise preajustada de 0.022 MBT). Los tratamientos fueron evaluados en términos de tiempo de tratamiento general, número de visitas y resultado del tratamiento utilizando con el Índice de Complejidad, Resultado y Necesidad (ICON). El número de citas de emergencia, número de arcos, overjet, espacio relativo y extracciones al inicio del tratamiento. La secuencia de arcos empleada fue: 0.014" NiTi, 0.020" NiTi térmico y 0.019 x 0.025" acero (con las variaciones individuales correspondientes). En cuanto a los resultados, después de abandono de tratamiento de varios pacientes, el material analizado correspondía a 44 pacientes tratados con SL (edad media 15,3 años) y 46 pacientes tratados con CE (edad media 15,0 años). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos SL y CE en términos del tiempo medio de tratamiento en meses (20,4 vs 18,2), media del número de visitas (15,5 vs 14,1), puntajes ICON medios después del tratamiento (13,2 vs 11,9), o ICON promedio grado de mejora (7,9 vs 9,1). Concluyeron que el tratamiento de ortodoncia con brackets SL no reduce el tiempo de tratamiento ni el número de citas y no afecta los puntajes ICON posteriores al tratamiento o el grado de mejora ICON en comparación con los brackets convencionales (Johansson K y cols., 2012).

En 2012, Prettyman C. y cols. realizaron un estudio para determinar si existían diferencias clínicas significativas entre los brackets de autoligado (SLB) y brackets convencionales (CB) durante el tratamiento de ortodoncia, tal y como lo perciben los ortodontistas. Desarrollaron y distribuyeron una encuesta para evaluar cómo se compara SLB con CB en términos de las percepciones de los ortodontistas (n= 5 430). Pudieron concluir que se prefieren brackets de autoligado en las etapas iniciales del tratamiento, debido a unas citas y un progreso de tratamiento inicial más rápido en base al ajuste más corto; sin embargo, prefirieron brackets convencionales durante las etapas de finalización y detallado del tratamiento (Prettyman C y cols., 2012).

Crincoli V. y cols. comprobaron que existe mayor fricción durante la mecánica de deslizamiento en la fase de alineación con brackets convencionales (Dentsply Maillefer, OK, USA) que tuvieron entre 5 - 6 veces mayor fricción que los brackets de autoligado Damon 3 mx (SDS Ormco, Orange, CA,USA), Smart Clip (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) y Time 3 (American Orthodontics, Sheboygon, WI,USA) y el bracket de baja fricción (Synergy : Rocky Mountain Orthodontics; Denver, CO; USA) (Crincoli V y cols., 2013).

En 2013, Celar A y cols. realizaron un metaanálisis de las diferencias entre los brackets convencionales y brackets de autoligado con respecto al dolor durante el movimiento dental, número de visitas al paciente, duración total del tratamiento. Realizaron una búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados y controlados entre 1996 y 2012. En cuanto a los resultados, los niveles de dolor no difirieron significativamente entre pacientes tratados con brackets convencionales o brackets autoligables después de 4 h, 24 h, 3 y 7 días. El número de citas y el total de los tiempos de tratamiento no revelaron diferencias significativas entre brackets autoligados y convencionales. Concluyeron que la falta de efectos globales significativos aparentes en el metaanálisis contradice las declaraciones basadas en evidencia sobre las ventajas de los brackets autoligables. Se requieren mayor número de estudios sobre este tema para poder corroborar la evidencia (Celar A y cols., 2013).

En 2013 Fleming PS y cols., compararon las diferencias en las dimensiones de arcada y en los cambios de inclinación durante la alineación con brackets convencionales y autoligables. En este ensayo aleatorizado participaron un 81pacientes con una edad media de 16 años y fueron divididos en tres grupos de forma aleatoria: brackets convecionales (Ovation), brackets autoligables pasivos (Damon Q) y brackets autoligables activos (In Ovation). Las principales medidas que se tuvieron en cuenta fueron los cambios en el ancho intercanino e intermolar y los cambios de inclinación de incisivos y molares. Se realizó la alineación con la secuencia de arcos Damon Q durante un mínimo de 34 semanas. Concluyeron que las diferencias en los cambios dimensionales de la arcada no son significativas entre los diferentes tipos de brackets y tampoco se encontraron diferencias significativas en la inclinación de los molares, ni de incisivos (Fleming PS., 2013).

En 2013, Montasser MA y cols. señalan que el objetivo de la investigación fue utilizar una configuración biomecánica experimental, para medir las fuerzas generadas durante los complejos movimientos de dientes de ortodoncia con varias combinaciones de arcos-brackets. Se realizaron 3 grupos de brackets de ranura de 0.022". 1: brackets convencionales (Serie Victory y Mini-Taurus). 2: autoligado (SmartClip), 3: un soporte convencional de baja fricción (Synergy) y 4 tipos de arcos: 0.012" de acero inoxidable (3M Unitek), coaxial de 0.0155" (Advanced Orthodontics), 0.012" Orthonol (Rocky Mountain Orthodontics), y Thermalloy de 0.012" (Rocky Mountain Orthodontics). Se utilizaron ligaduras de acero inoxidable y ligaduras elásticas. Concluyeron que las fuerzas más bajas se midieron con arcos coaxiales de 0.0155" y Thermalloy de 0.012", para nivelación y alineación. Los anillos elastoméricos, cuando se usan con soportes convencionales, aumentan la fuerza aplicada a los dientes.

En 2013, Nucera R y cols. realizaron un estudio de las características del diseño de ranuras que afectan a la resistencia al deslizamiento. Para ello, estudiaron cinco tipos de brackets de baja

fricción (Damon SL-Ormco; In-Ovation-GAC; Quick-Forestadent; Tiempo 2-AO.; Synergy,-RMO). El arco utilizado fue NiTi térmico de 0.014" (Therma-Lite, AO). Observaron que es preciso tener en cuenta el diseño de brackets de baja fricción y el tipo de arco empleado.

En 2013, Crincoli V y cols. realizaron un estudio *in vitro* en el que midieron la fuerza de fricción generada durante la mecánica de deslizamiento con brackets convencionales, autoligables (Damon 3 mx, Smart Clip y Time 3) y de baja fricción (Synergy) que utilizan diferentes diámetros de arcos y sistemas de ligado en presencia de desalineaciones apicales y bucales del canino. La fuerza de fricción liberada durante la mecánica de deslizamiento con brackets convencionales es aproximadamente 5-6 veces mayor que la liberada con los otros brackets investigados. Se observó un aumento de las fuerzas de fricción para cantidades crecientes de desalineaciones apicales y bucales. Concluyeron, por tanto, que los brackets Synergy con ligadura elástica colocada alrededor de las alas internas, parece ofrecer el mejor rendimiento (Crincoli V y cols., 2013).

En 2014, Wilches LY y cols. compararon los cambios que sufre el ligamento periodontal de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas generadas por dos sistemas de brackets: convencional y autoligado. Analizaron la expresión de OPG y RANKL mediante RT-PCR en el ligamento periodontal de 40 dientes con indicación de extracción terapéutica para ortodoncia. La OPG es una proteína antagónica de RANKL expresada por células osteoblásticas, cuya función es inhibir la osteoclastogénesis acelerando la apoptosis de los osteoclastos. OPG-RANKL interactúan durante la remodelación ósea que ocurre en procesos fisiológicos y patológicos en el ser humano. El grupo experimental estuvo conformado por diez premolares que recibieron fuerzas con brackets de autoligado durante 15 días, y diez premolares que recibieron fuerzas con brackets de arco recto durante 15 días antes de la extracción; 20 premolares sirvieron como grupo de control. No se encontraron diferencias en la expresión de RANKL y OPG en el ligamento periodontal de dientes movidos con técnica de ortodoncia de autoligado, comparados con los movidos con técnica de arco recto (Wilches LY y cols., 2014).

En 2014, Songra G y cols. compararon la diferencia de tiempos entre brackets convencionales, autoligado activo y autoligado pasivo, hasta conseguir la alineación inicial y el cierre de espacios de extracciones. La muestra comprendía 100 adolescentes de 11 a 18 años con tratamiento de ortodoncia fijo después de la extracción de los cuatro premolares. Todos los sujetos fueron tratados con la misma secuencia de arco y la mecánica de cierre de espacio. El cierre se midió en modelos de estudio tomados cada 12 semanas durante el tratamiento. Todas las medidas fueron hechas por un operador que estaba cegado al tipo de soporte. En cuanto a los resultados, 98 pacientes fueron seguidos hasta el final del tratamiento (brackets convencionales n=20, brackets de autoligado activo n=37, brackets de autoligado pasivo n=41). Concluyeron que el tiempo de

alineación fue más corto en brackets convencionales que en autoligado. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el cierre del espacio entre los 3 tipos de brackets (Songra G y cols., 2014).

En 2014, Yu Z y cols. evaluaron la estabilidad a largo plazo del tratamiento con brackets de autoligado en comparación con los brackets convencionales. La muestra del estudio retrospectivo de seguimiento a largo plazo consistió en dos grupos de pacientes: grupo SL n=30 (que incluye aparatos de autoligado pasivos y activos) y brackets convencionales n=30. No hay diferencias significativas en la estabilidad de tratamiento entre los brackets autoligables y convencionales (Yu Z y cols., 2014).

En 2014, Montaser MA y cols. investigaron las diferencias en la pérdida de fuerza durante la retracción canina guiada. Investigaron tres tipos de brackets: 1. convencionales (Victory Series y Mini-Taurus), 2. brackets de autoligado (SmartClip: pasivo y Time3 y SPEED: activos), y 3. un bracket de baja fricción (Synergy). Todos tenían una ranura de 0.022". Se emplearon tres arcos rectangulares de 0.019 × 0.022": 1. Remanio (acero inoxidable), 2. Nitinol SE (aleación de níquel-titanio, NiTi) y 3. Titanio Beta III (aleación de titanio-molibdeno). Se utilizaron ligaduras de acero inoxidable con los brackets convencionales. El movimiento del diente guiado por arcos fue simulado en una trayectoria de retracción de hasta 4 mm utilizando un resorte de bobina de NiTi superelástico. La pérdida de fuerza fue más baja para los soportes Victory Series y SmartClip en combinación con el arco de alambre de acero (35 y 37,6 %, respectivamente) y más alta para los soportes SPEED y Mini-Taurus en combinación con el cable de titanio (73,7 y 64,4 %, respectivamente). Los brackets autoligables no mostraron un rendimiento mejorado en comparación con los brackets convencionales. No hubo un patrón consistente de pérdida de fuerza cuando se compararon los brackets convencionales y los brackets autoligables pasivos y activos.

En 2014, Holtmann S y cols. realizaron una investigación *in vitro* para evaluar experimentalmente la efectividad de diferentes combinaciones de bracket-arco y los niveles de fuerza ejercidos en dirección bidimensional durante la corrección de la desalineación de los dientes. Un aspecto importante de este objetivo fue determinar si los comportamientos de los sistemas de brackets convencionales con una ligadura elástica o de acero difieren de los de los brackets autoligables. Se analizaron tres sistemas convencionales (Mini Taurus, RMO; Synergy, RMO; Victory Series, 3M Unitek) y tres sistemas de brackets autoligables (Speed, Strite; Smart Clip, 3M Unitek; Time 3, American Orthodontics). Todos los brackets tenían ranuras de 0.018" y, a excepción de los brackets autoligables, se probaron con una ligadura de acero (0,25 mm; Remanio, Dentaurum) y una ligadura de goma elástica (1,3 mm de diámetro; Dentalastics, Dentaurum). Los arcos empleados fueron: un acero inoxidable de 0,30 mm (3M Unitek), un acero inoxidable de 0,38 mm coaxial (ortodoncia avanzada), Thermalloy NiTi (RMO) de 0,30 mm y un

arco de Orthonol NiTi (RMO) de 0,30 mm. Concluyeron que tanto los brackets convencionales con ligadura metálica como los brackets autoligables, conducen a resultados correctivos equivalentes en el tratamiento de las desalineaciones dentales.

En 2014, Reddy VB y cols. realizaron un estudio prospectivo aleatorizado que comparaba la eficiencia de 5 sistemas de ligadura diferentes (ELL: ligadura elastomérica, SSL: ligadura de acero inoxidable, LL: ligadura deslizante de leone, PSL: autoligado pasivo y ASL: autoligado activo) a lo largo de la duración del alivio de apiñamiento mandibular. En el estudio participaron 50 a los que se les realizaron exodoncias por un apiñamiento mayor de 6 mm (54,2% hombres, 45,8% mujeres; edad media: 16,69 años) que fueron asignados aleatoriamente. Los 5 grupos recibieron tratamiento con MBT de 0.022” (ELL: Gemini 3M Unitek, SSL: Gemini 3M Unitek, LL: Gemini 3M Unitek, PSL: SmartClip 3M Unitek y ASL: In - Ovation R Euro GAC International). El estudio y los sistemas SL mostraron una diferencia significativa con respecto a los grupos convencionales en el tiempo de alineación, el cierre pasivo del espacio e inclinación incisal. La regresión múltiple mostró una reducción de 5,28 días en el tiempo de alineación al cambiar el grupo de ligadura en el orden del grupo ELL a ASL. Concluyeron que los brackets de autoligado fueron más eficientes que los brackets de ligadura convencional, durante la nivelación y alineación iniciales (Reddy VB y cols., 2014)

En 2015, Montasser MA y cols. compararon brackets convencionales (Victory y Mini Taurus), brackets de autoligado (SmartClip y Time) y brackets de baja fricción (Synergy) con slot de 0,022” para evaluar la eficacia en la fase de alineación de los dientes en función de diversos tipos de arcos. Describieron que la alineación de los dientes resultaba de la interacción entre el tipo de arco empleado, el tipo de bracket utilizado y la ligadura usada. El uso de ligaduras elásticas cuando se emplean en brackets de ligado convencional reduce la eficacia en la corrección de la alineación. Los arcos de acero de mayor diámetro lograron del 65 al 90 % de corrección incisogingival y del 60 al 90 % de corrección labio-lingual. Observaron que el aumento de la sección transversal del arco aumenta el nivel de fuerza en todos los sistemas de brackets analizados (Montasser MA y cols., 2015).

En 2015, Pasha A y cols. realizaron un estudio *in vitro* para analizar y comparar las fuerzas de fricción generadas por los brackets cerámicos (Clarity Advanced) y por los brackets convencionales (metálicos y cerámicos) utilizando sistemas de ligadura no convencionales y convencionales y los soportes autoligables (metálicos y cerámicos). Para el estudio emplearon brackets de ranura 0.022” MBT: soporte de autoligado (SLB) de acero inoxidable (SmartClip), SS convencional (CB) (serie Victory), SLB cerámico (Clarity SL), soporte de cerámica convencional con ranura metálica, soportes de cerámica avanzada Clarity ADVANCED, 3M Unitek). Se

utilizaron dos tipos de ligaduras elastoméricas: ligaduras elastoméricas convencionales (CEL) y ligaduras elastoméricas no convencionales (UEL). Los arcos empleados fueron NiTi de 0.014" y 0.019 x 0.025" de SS, respectivamente. Se usó una máquina de prueba de resistencia universal para medir la fricción producida entre los diferentes soportes, arcos y combinación de ligadura. Concluyeron que la resistencia a la fricción observada en el nuevo soporte Clarity Advanced con ligadura elastomérica convencional, fue casi similar al soporte de ranura de metal Clarity con una ligadura elastomérica convencional. Al utilizar la UEL, el soporte Clarity Advanced produjo menos fricción que el soporte de metal convencional; pero no menos que el soporte de ranura de metal cerámico. UEL produjo una menor fricción cuando se comparó con CEL durante la alineación con el arco de NiTi de 0.014" y la mecánica de deslizamiento con el cable SS de 0.019 x 0.025 ", pero no fue significativamente diferente con la fricción producida por el SLB. Ceramic SLB produjo menos fricción en comparación con el soporte Clarity Advanced con UEL, pero el metal SLB produjo la menor fricción entre todos los grupos y subgrupos (Pasha A y cols., 2015).

En 2015, Celikoglu M y cols. quisieron demostrar que los brackets de autoligado SmartClip son más eficaces que los brackets convencionales en la alineación mandibular inicial. Un total de 50 pacientes fueron asignados al azar en 2 grupos de tratamiento. Grupo (SmartClip) y grupo convencional (Gemini). La secuencia de arcos fue estandarizada. Cambios en el índice de irregularidad anterior, el ancho intercanino y el ancho intermolar se evaluaron en modelos de yeso en 8 y 16 semanas. Sin embargo, concluyeron que el tipo de bracket tiene poco efecto sobre la mejoría en la alineación inicial mandibular (Celikoglu M y cols., 2015).

En 2016, O`Dywer L y cols. compararon la eficacia del tratamiento entre brackets autoligables y brackets convencionales. Realizaron un ensayo clínico controlado aleatorio multicéntrico prospectivo en tres departamentos de ortodoncia hospitalaria. Los sujetos fueron asignados al azar para recibir tratamiento con un autoligado (3M SmartClip) o convencional (3M Victory) preajustado. El sistema de soporte de los brackets convencionales utilizó un protocolo estandarizado, con respecto al procedimiento de unión entre los brackets y la secuencia de arcos. La eficiencia de cada sistema de ligadura se evaluó comparando la duración del tratamiento (meses), el total del número de citas (programadas y visitas de emergencia), y el número de brackets despegados. Un total de 138 sujetos (edad promedio 14 años y 11 meses) fueron inscritos en el estudio, de los cuales 135 (97,8 %) completaron el tratamiento. El tiempo medio de tratamiento y el número de visitas fue de 25,12 meses y 19,97 visitas en el grupo SmartClip y 25,80 meses y 20,37 visitas en el grupo Victoria. La tasa global de brackets despegados fue del 6,6 % para el SmartClip y del 7,2 % para Victory. Concluyeron que no hubo diferencias clínicamente significativas en la eficacia del tratamiento entre el tratamiento con un sistema de brackets u otro (O`Dywer L y cols., 2016).

En 2017, Dehbi H y cols. tuvieron como objetivo evaluar la eficacia terapéutica del autoligado mediante una revisión sistemática. Tras observar diferentes estudios pudieron concluir que los brackets de autoligado no ofrecen ninguna ventaja especial sobre los brackets convencionales en términos terapéuticos. En cuanto a la eficacia y eficiencia es difícil hacer un juicio final. Son necesarios otros ensayos clínicos controlados, con protocolos mejor adaptados para evaluar objetivamente los dos sistemas, que continúan evolucionando. Todos los días a la luz de los resultados proporcionados por dicha investigación (Dehbi H y cols., 2017).

Savoldi F y cols. realizaron una revisión sistemática en la que analizaron aquellas variables que afectan a la resistencia en ortodoncia para sugerir un protocolo operativo. Sugirieron un protocolo operativo de 23 pasos para estandarizar y mejorar la calidad de futuros estudios.

Tabla 2. Protocolo de 23 pasos sugerido para estandarizar y mejorar futuros estudios

CATEGORÍA	PASO/OBJETO	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIÓN ESTÁNDAR
<b>Materiales</b>	1.Bracket	Define el tipo de bracket, anchura/altura/profundidad del slot, su angulación/inclinación/ prescripción in-out, y su material. Se sugiere la evaluación de su superficie.	
	2.Arco	Define el material, tamaño y forma. Se sugiere la evaluación de su superficie.	
	3.Ligadura	Define el tamaño, material y el tiempo de relajación (si es elástico). Se sugiere la evaluación de su superficie.	
<b>Diseño experimental</b>	4.Hipótesis	Coge los datos de la hipótesis nula seleccionando las variables dependientes e independientes, con particular atención en las variables de confusión.	
	5.Medidas	Define el tipo de fricción y los métodos respectivos para calcular la fricción estática y dinámica. Mide la fuerza empleando la celda de carga proporcionada con los rangos de valores esperados.	Célula de carga 30 % > max fuerza experimental
	6.Asignación al azar	Si estás analizando diferentes materiales, analízalos en un orden aleatorio.	
	7.Registro de datos	Comprueba que la configuración de grabación es compatible con los requisitos experimentales (rango de valor esperado, tasa de muestreo, ruido de fondo).	Tasa de muestreo > 10 Hz
	8.Calidad del material	Utiliza material de paquetes cerrados, y que no estén alterados. Mejor si los eliges de diferente lote de producción. Verifica los datos declarados por el manufacturados con mediciones directas.	
	9.Sistema de sujección	Verifica la estabilidad del dispositivo aplicando fuerzas de componentes que supuestamente deberían ser estáticos (ejemplo: El bracket). Realiza ensayos mecánicos examinando las fuerzas $\geq$ a las fuerzas experimentales	Movilidad $\leq$ 100 $\mu$ m

10.Alineación del bracket	del	El slot del bracket tiene que estar alineado en una posición de referencia estandarizada nula.	21.5x28 arco en 22x28 slot
11.Fijación del bracket	del	Une el bracket usando el arco de alineación. Los métodos que puedan alterar las propiedades de los materiales (ejemplo: soldadura) o que puedan introducir estrés (ejemplo: flexión) deben ser evitados.	Composites ligeros de fotocurado
12.Movilidad del arco	del	Prueba la movilidad del arco en el eje de la fuerza experimental.	No movilidad en la fuerza 30 % > max fuerza experimental
13.Alineación del arco	del	Comprueba la alineación del arco con respecto al slot del bracket durante el deslizamiento en ausencia de ligaduras. La ausencia de la aplicación de las fuerzas normales debería resultar en la ausencia de fuerzas friccionales.	
14.Fijación del arco		Fijar los arcos con clamps. Los métodos de fijación que pueden alterar las propiedades de los materiales (ejemplo: soldar) o introducir estrés (ejemplo: bending) deberán ser evitados.	Clamping
15.Movilidad del arco	del	Comprueba la movilidad del arco en el axis de la fuerza experimental.	No movilidad en fuerza 30 %> max fuerza experimental
16.Limpieza del material	del	Cuando limpies el material, emplea guantes para prevenir que la grasa de la mano actúe como lubricante, y para quitar posibles sustancias residuales del proceso de manufacturación.	99 % etanol
17. Número de test/ estadística		Repetir los tests 10 veces. Los test y el análisis estadístico debe ser hecho por un operador a ciegas.	

<b>Variables</b>	18.Velocidad	Se sugiere una velocidad compatible con el setup experimental.	1 mm/min*
	19.Duración/ desplazamiento	Se sugiere un desplazamiento similar a un movimiento (o una duración respectiva para conseguir un desplazamiento similar) dentario ortodóncico mensual.	5 mm o una duración respectiva para conseguir 5 mm*
	20.Ambiente	Anota la temperatura del cuarto o sala. Escoge entre condiciones secas o húmedas.	Temperatura del cuarto 20-25° o temperatura bucal de 37°
	21.Relajación de la ligadura elástica	En caso de usar ligaduras elásticas.	5 min*
	22.Fuerzas de ligado	Tests preliminares deben ser empleados para medir las fuerzas de ligado (ejemplo: generar un desplazamiento mínimo de un arco ligado en una dirección perpendicular a la base del bracket.) Si usamos ligaduras metálicas, decide un número de vueltas para fijar la ligadura a una distancia del slot.	5 vueltas de 10 mm
	23. Instalación	Número de brackets testados al mismo tiempo. Si hay algún movimiento de torque, angulación/inclinación/in-out experimental, desajuste vertical, distancia inter-bracket.	

Desafortunadamente, la estandarización de algunos parámetros, tal como la fuerza de unión de las ligaduras metálicas, está lejos de ser práctico y puede crear controversia en el control de las fuerzas aplicadas. Las comparaciones entre los diferentes tipos de brackets siguen siendo un reto. Por último, de acuerdo con su definición, los brackets autoligables pasivos no tienen componente activo y, por lo tanto, el sistema de ligadura no genera ninguna fuerza en el sistema de ligadura del bracket. En este caso, es el arco (a través de su deformación elástica) el que genera la fuerza poniéndose en contacto con las paredes de la ranura del bracket. Aunque esto también sucede en la superficie de la ranura de los soportes estándar, el contacto del arco contra una tapa de cierre rígida es una característica particular de los brackets autoligables pasivos. Considerando que en los brackets autoligables pasivos la fuerza está determinada solo por el arco, pueden resultar de la deformación elástica del arco tanto como de la ligadura en los otros tipos de brackets (Savoldi F y cols., 2108).

Debido a las numerosas variables involucradas y a la falta de medida de las fuerzas aplicadas, aportadas del bracket, arco, ligadura y los factores ambientales para la resistencia, todavía requieren un análisis más a fondo (Savoldi F y cols., 2018).

Tabla 3. Comparativa de estudios que evalúan diferentes tipos de brackets

AUTOR	MUESTRA	TIPO DE BRACKETS	SLOT	TIPO DE ARCOS	CONCLUSIONES
Eberling JJ y cols., 2001	215	Brackets autoligado (Damon) (n=108). Brackets convencionales (n=107).	0.022"	No se especifica.	Brackets Damon SL tenían tiempos de tratamiento significativamente menores. Además, el tratamiento puede ser mejor según lo medido por los criterios de ABO (American Board of Orthodontics).
Redlich M y cols., 2003	<i>In Vitro</i>	A: NuEdge (TP Orthodontics); B: Descubrimiento (Dentaurum); C: Synergy (Rocky Mountain Orthodontics); D: grupo libre de fricción (American Orthodontics) E: TIME, un soporte autoligado (American Orthodontics). F: El Grupo control (Omni Arch, GAC International)	0.022"	No se especifica.	Se encontraron diferencias significativas en las fuerzas de fricción estática entre los diferentes grupos. El grupo D (libre de fricción) mostró la más baja y el grupo E mostró las fuerzas de fricción más altas (más altas que el grupo F). No todos los soportes proporcionan "fricción reducida" aunque los fabricantes los describan como si lo hicieran.
Miles PG y cols., 2006	60	Brackets (Victory) Brackets autoligables (Damon 2)	0.022"	0.014" CuNiTi 0.016 x 0.025" CuNiTi	Damon no son mejores durante la alineación inicial que los brackets convencionales. Inicialmente, el soporte Damon era menos doloroso con arcos iniciales, pero más doloroso con arcos de mayor grosor. Además, se descementaban con mayor frecuencia.
Yeh CL y cols., 2007	<i>In Vitro</i>	Brackets autoligables (Damon SL) Brackets baja fricción (Sinergy)	0.022"	0.014" NiTi 0.016 x 0,022" NiTi 0.019 x 0,025" NiTi	No existen diferencias estadísticamente significativas en la fricción cuando se aplican rotaciones de segundo orden; sin embargo, sí existen diferencias estadísticamente

					significativas cuando se aplican rotaciones de primer y tercer orden.
<b>Turnbull NR y cols., 2007</b>	131	Brackets convencionales: mini-twin (Orthos) Brackets autoligables (Damon 2)	0.022"	NiTi redondo: 0.014"; 0.016"; 0.018". Niti rectangular 0.014x0.025" 0.16x0.025"; 0.016x 0.022" 0,018x0.025" 0.019x0.025" Rectangular de acero 0.018x0.025" 0.019x 0.025"	El sistema de autoligado reduce el tiempo de sillón, ya que el cambio de arco es más rápido en la mayoría de las etapas de tratamiento.
<b>Miles PG y cols., 2007</b>	19	Brackets convencionales (no se especifica marca). Brackets autoligables (SmartClip).	0.018"	Secuencia de arcos hasta llegar a 0.016 x 0.022" acero para el cierre de espacios de extracción.	No existen diferencias significativas en el cierre de espacios entre los brackets convencionales y los brackets autoligables SmartClip.
<b>Pandis N y cols., 2007</b>	50	Brackets convencionales (GAC) Brackets autoligables (Damon MX).	0.022"	Arcos inferiores: 0.014"Cu NiTi 0.014 x 0.025 Cu NiTi 0.016 x 0.025" SS Arcos superiores: 0.014" Cu NiTi 0.016 x 0.025" Cu NiTi 0.019 x 0.025" Beta-titanium alloy 0.019 x 0.25"SS	El uso de brackets convencionales o autoligables no parece ser un predictor importante del ancho intermolar mandibular en pacientes sin extracciones cuando se utiliza la misma secuencia de arcos.

<b>Pandis N y cols., 2008</b>	100	Brackets autoligables (n=50) (In-Ovation). Brackets convencionales (n=50) (Microarch, GAC).	No se especifica.	No se especifica.	Los brackets autoligables no presentan ventajas sobre los brackets convencionales con respecto al estado periodontal de los dientes.
<b>Paduano S. y cols., 2008</b>	50	Time2 SL brackets (n=10); SmartClip SL brackets (n=10) , In-Ovation SL brackets (n=10) , brackets convencionales con ligaduras SS, (n=10), brackets convencionales con ligaduras elásticas (n=10).	0.022"	Secuencia de alineación seguida de 0.018x0.025" NiTi y posteriormente 0.019x0.025" Acero.	El tiempo de trabajo es significativamente más corto con brackets autoligables respecto a los convencionales. Dentro de los convencionales eran más rápidas las citas con ligaduras elásticas que con ligaduras de acero.
<b>Scott P y cols., 2008</b>	62	Brackets autoligables (Damon 3) Brackets convencionales (Syntesis).	0.022"	CuNiTi 0,014" Damon.	No hubo diferencias estadísticamente significativas en los niveles percibidos de incomodidad entre los dos tipos de brackets, ni al inicio del tratamiento, ni posteriormente.
<b>Fansa M y cols., 2009</b>		Forestadent (Quick), Dentsply GAC (In-Ovation), Adenta (TIME), Ormco (Damon 2) y (Damon 3MX), UP-Dental (Opal-M <sup>TM</sup> ) y (Opal <sup>TM</sup> -2), Strite (SPEED <sup>TM</sup> ). Y un soporte convencional como referencia Dentaaurum (discovery).	0.022"	Arco de acero (Ormco Tripleflex 0,44 mm) cuatro arcos de NiTi de varios diámetros. (Forestadent BioStarter 0,30mm redondo, BioStarter 0,40 mm redondo, Titanol Low Force 0,40 x 0,40 mm <sup>2</sup> ).	No se encontraron diferencias de efectividad entre los diez sistemas de brackets. Los brackets de autoligado son más fáciles de manipular para el ortodoncista y proporcionan mayor comodidad y ventajas de uso. Sin embargo, no son superiores a los brackets convencionales en cuanto a sus características biomecánicas.
	66 de los que 54	Brackets convencionales (Victory). Brackets autoligables SmartClip.	0.022"	0.016" NiTi	El tipo de brackets no influyó en la duración del tratamiento o el número de visitas requeridas.

<b>Fleming PS y cols., 2010</b>	completaron el estudio.			0.017 x 0.025" NiTi 0.019 x 0.025" NiTi 0.019 x 0.025" SS	
<b>Stefanos S y cols., 2010</b>	Estudio in vivo (60 pacientes).	Brackets de autoligado (In-Ovation, SPEED, SmartClip, Damon). Brackets de baja fricción (Synergy).	0.022"	Arcos rectangulares de acero inoxidable de 0.019 x 0.025"	Los brackets Damon obtuvieron los valores de fricción más bajos seguido de los brackets Synergy.
<b>DiBiase AT y cols., 2011</b>	62 de los que sólo 48 terminaron el tratamiento.	Brackets convencionales (Ormco) Brackets autoligables (Damon 3) (Casos de extracciones).	No se especifica	0.014" NiTi 0.014 x 0.025" NiTi 0.018 x 0.025" Cu NiTi 0.019 x 0.025" SS	Los brackets Damon 3 no reducen el tiempo de tratamiento ni el número total de visitas, en comparación con los brackets convencionales en tratamientos de ortodoncia con extracciones.
<b>Johansson K y cols., 2012</b>	90	Brackets de autoligado (SL; marca Time2, American Orthodontics)(n=44) y brackets convencionales (CE; marca Gemini, 3M) n= 46	0.022"	0.014" NiTi 0.020" NiTi térmico y 0.019x0.025" acero	Concluyeron que el tratamiento de ortodoncia con brackets autoligables no reduce el tiempo de tratamiento ni el número de citas y no afecta los puntajes ICON.
<b>Deshpande A y cols., 2012</b>	14	Brackets autoligados Opal (SLB) (n=7). Brackets convencionales MBT (n=7).	0.022"	0.014" NiTi 0.016x0.022" NiTi	Concluyeron que los SLB tienen la ventaja de ahorrar tiempo en el sillón, pero también tenía la desventaja de que se descementaban con mayor frecuencia.
<b>Prettyman C y cols., 2012</b>	5430	Brackets convencionales. Brackets de autoligado.	No se especifica.	No se especifica.	Ortodoncistas prefieren brackets de autoligado en las etapas iniciales del tratamiento y brackets convencionales durante las etapas de finalización y detallado del tratamiento.

<b>Montasser MA y cols., 2013</b>	<i>In Vitro</i>	Brackets convencionales (Serie Victory y Mini-Taurus) Autoligado (SmartClip). Baja fricción (Synergy) y 4.	0.022"	0.012". de acero inoxidable (3M Unitek), coaxial de 0.0155" (Advanced Orthodontics), 0.012" Orthonol (Rocky Mountain Orthodontics) Thermalloy de 0.012". (Rocky Mountain Orthodontics).	Aconsejan el uso de arcos trenzados de 0.0155" y Thermalloy de 0.012". Para nivelación y alineación. Las ligaduras elásticas cuando se usan con soportes convencionales, aumentan la fuerza aplicada a los dientes.
<b>Nucera R y cols., 2013</b>	<i>In vitro</i>	Damon SL (Ormco) In-Ovation (GAC) Quick (Forestadent) Tiempo (2AO) Synergy (RMO).	0.022" MBT	NiTi térmico de 0.014" (Therma-Lite, AO).	Es preciso tener en cuenta el diseño de brackets de baja fricción y el tipo de arco empleado.
<b>Crincoli V y cols., 2013</b>	<i>In Vitro</i>	Damon 3mx Smart Clip Time 3 Sinergy	No se especifica	0.014"NiTi 0.016" NiTi	Los brackets Synergy con ligadura elástica colocada alrededor de las alas internas parece ofrecer el mejor rendimiento.
<b>Fleming PS y cols., 2013</b>	81	Brackets convencionales (Ovation) (n=27). Brackets autoligables (Damon Q) (n=27). Brackets autoligables (In-ovation)(n=27).	0.022"	0.013" o 0.014" CuNiTi 0.014x0.025"CuNiTi 0.018x0.025"CuNiTi 0.019x0.025"Acero	No hay diferencias significativas en la diferencia de los cambios dimensionales de la arcada, inclinación de molares y de incisivos entre los tres sistemas de brackets.
<b>Wilches LY y cols., 2014</b>	40	Brackets autoligado (n=10). Brackets de arco recto (n=10). Grupo control (n=20).	No se especifica.	No se especifica.	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los cambios que sufre el ligamento periodontal de dientes sometidos a fuerzas ortodónticas generadas por brackets convencionales y de autoligado.

<b>Songra G y cols., 2014</b>	98	Brackets convencionales (n=20). Brackets de autoligado activo (n=37). Brackets de autoligado pasivo (n=41).	No se especifica.	0.014" CuNiTi 0.018" CuNiTi 0.016"x0.022" Stainless 0.019"x0.025" Stainless	El tiempo de alineación fue más corto en brackets convencionales que autoligado, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el cierre del espacio entre los tres tipos de brackets.
<b>Yu Z y cols., en 2014</b>	60	Brackets autoligables activos y pasivos (n=30) y brackets convencionales (n=30).	0.022"	No se especifica.	No hay diferencias significativas en la estabilidad de tratamiento entre los brackets autoligables y convencionales.
<b>Montasser MA y cols., 2014</b>	<i>In Vitro</i>	Convencionales (Victory Series y Mini-Taurus) Brackets de autoligado (SmartClip: pasivo y Time3 y SPEED: activos), Bracket de baja fricción (Synergy).	0.022"	De 0.019 × 0.025": 1. Remanio (acero inoxidable), 2. Nitinol SE (aleación de níquel-titanio, NiTi) 3. Titanio Beta III (aleación de titanio-molibdeno).	Los brackets autoligables no mostraron un rendimiento mejorado en comparación con los brackets convencionales.
<b>Holtman S y cols., 2014</b>	<i>In Vitro</i>	Convencionales (Mini Taurus, RMO; Victory Series™, 3M Unitek) . Baja fricción (Synergy, RMO) . Brackets autoligables (Speed™, Strite; Smart Clip™, 3M Unitek; Time 3, American Orthodontics).	0.018"	Acero inoxidable de 0,30 mm (3M Unitek) acero inoxidable de 0,38 mm coaxial (ortodoncia avanzada), Thermalloy NiTi (RMO) de 0,30 mm un arco de Orthonol NiTi (RMO) de 0,30 mm	Tanto los brackets convencionales con ligadura metálica como los brackets autoligables, conducen a resultados correctivos equivalentes en el tratamiento de las desalineaciones dentales.
<b>Reddy VB y cols., 2014</b>	50	Brackets convencionales con ligadura elastomérica (ELL), ligadura metálica (SSL) y ligadura deslizante (PSL);	0.022" MBT	Copper NiTi 0.014" 0.016", 0.016 x 0.022"; SS 0.016 x 0.022"	Los brackets de autoligado fueron más eficientes que los brackets convencionales durante la nivelación y alineación

		brackets autoligables (Smart-Clip, In-Ovation R) . Exodoncias, apiñamiento mayor a 6mm.			iniciales, independientemente del tipo de ligadura empleada.
<b>Montasser MA y cols., 2015</b>		Brackets convencionales (Victory, Mini Taurus). Brackets de autoligado (SmartClip, Time3, SPEED). Brackets de baja fricción (Synergy).	No se especifica.	Arcos redondos de níquel titanio superelástico de 0.014” y 0.016”	La alineación resultante fue producto de la interacción entre el tipo de arco y diseño de bracket, incluido el tipo de ligadura. Los arcos de acero de mayor grosor lograron del 65 al 90% de corrección inciso-gingival y del 60 al 90% de corrección labio-lingual.  Las ligaduras elásticas en brackets convencionales limitan la eficacia de la corrección de mala alineación.
<b>Pasha A y cols., 2015</b>	Estudio <i>in vitro</i>	Brackets convencionales metálicos con CEL y con UEL Brackets SLB Brackets convencionales cerámicos con CEL y con UEL Brackets Clarity Advanced con CEL y con UEL	0.022”	Arco NiTi de 0.014” y 0.019 x 0.025 "de SS	La resistencia observada en Clarity Advanced CEL fue similar al soporte de ranura de metal. Pero el metal SLNB produjo la menor fricción entre todos los grupos y subgrupos.

<b>Celikoglu M y cols., 2015</b>	50	Brackets autoligables SmartClip brackets; 3M Unitek,) y brackets convencionales (Gemini brackets, 3M Unitek)	0.022"	Secuencia de arcos estandarizada.	El tipo de bracket tiene poco efecto sobre la mejoría del apiñamiento en la arcada inferior.
<b>O`Dywer L y cols., 2016</b>	138 de los que 135 terminan el tratamiento.	Brackets convencionales (3M Victory) Brackets autoligables (3M SmartClip)	No se especifica.	Victory: 0.014" NiTi 0.018" NiTi 0.019 x 0.021" NiTi térmico 0.019 x 0.025" SS SmartClip: 0.014" NiTi 0.016 x 0.025" NiTi 0.019 x 0.025" NiTi térmico 0.019 x 0.025" SS	No se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas con respecto al número de visitas. Se encontraron pequeñas diferencias en la duración del tratamiento, pero no fueron estadísticamente significativas.

Niti: Níquel Titanio

SS: Stainless (acero)

CuNiTi: Copper Níquel Titanio

ELL: Brackets convencionales con ligadura elastomérica

SSL: Brackets convencionales con ligadura metálica

PSL: Brackets convencionales con ligadura deslizante

CEL: Ligaduras elastoméricas convencionales

UEL: Ligaduras elastoméricas no convencionales

SLB: Soporte autoligado

Los brackets de autoligado han resurgido con fuerza en las últimas dos décadas y están siendo muy solicitados por parte de ortodoncistas y pacientes. Estudios *in vitro* han demostrado que los sistemas de autoligado generan una menor fricción en comparación con sistemas convencionales. Sin embargo, estudios que comparan brackets de autoligado con brackets de ligado convencional, clínicamente reportan que el mecanismo de alineación es muy similar, principalmente por proinclinación de incisivos y desarrollo transversal de los arcos.

En cuanto a la eficiencia del sistema, hay evidencia que muestra que el ligado y cambio de los arcos es más rápido con autoligado, pero al evaluar la velocidad de alineación, el número total de citas y el tiempo total de tratamiento, los resultados reportados son dispares. Posiblemente debido al gran número de factores que pueden influir en los tratamientos.

Tampoco se han encontrado diferencias en cuanto a:

- Los niveles de incomodidad percibidos por ambas técnicas.
- Las ventajas de un sistema u otro con respecto al estado periodontal en ambos tipos de brackets.
- La estabilidad de tratamiento entre brackets convencionales y autoligables.

Gran número de ortodoncistas prefieren brackets de autoligado en las etapas iniciales del tratamiento y brackets convencionales durante las etapas de finalización y detallado del tratamiento.

Hacen falta más estudios clínicos controlados aleatorizados con buena metodología, que sigan los protocolos de tratamiento sugeridos por los fabricantes de cada sistema, para probar los beneficios reales. Además, con un seguimiento a largo plazo de este tipo de estudios se podría obtener buena evidencia de la eficiencia y estabilidad de estos tratamientos.

## **2.8.- MOVIMIENTO DENTAL**

Cuando se aplica una fuerza de ortodoncia, los tejidos periodontales expresan cambios macroscópicos y microscópicos, que conducen a alteraciones en 5 microambientes: matriz extracelular, membrana celular, citoesqueleto, matriz nuclear y genoma. El movimiento dental se produce por un proceso inflamatorio. Se darán cambios en la vascularización y el flujo sanguíneo del ligamento periodontal, así como también cambios mecánicos, alteraciones en el citoesqueleto y células óseas que darán lugar a la síntesis y liberación local de varios mediadores clave, como quimiocinas, citoquinas, y factores de crecimiento. Estas moléculas inducirán muchas respuestas celulares por varios tipos de células en el periodonto, proporcionando un microambiente para la reabsorción o deposición ósea y, por tanto, para el movimiento dental. En estos sitios de

inflamación y remodelación tisular, las células también pueden comunicarse entre sí a través de la interacción de citoquinas y otras moléculas relacionadas (Burstone CJ., 1962).

## **2.9.- DOLOR EN ORTODONCIA**

De acuerdo con la literatura clínica y una serie de estudios de investigación, la experiencia de la incomodidad y el dolor es una situación común durante el tratamiento de ortodoncia. Sin embargo, a pesar del hecho de que se dice que es un motivo de preocupación, pocos estudios informan, analizan y discuten manifestaciones y consecuencias de las reacciones de dolor en el tratamiento de ortodoncia comparado con otros campos clínicos principales de odontología, parece que los aspectos del dolor rara vez se relacionan con el tratamiento de ortodoncia. Esto puede deberse a que muchos pacientes están muy motivados para su tratamiento y no reportar dolor. La experiencia clínica muestra, sin embargo, que la mayoría del dolor y molestias se informan durante los primeros días de tratamiento. Además de la real experiencia de dolor durante el tratamiento de ortodoncia, el miedo al dolor también puede ser un gran problema ya que es una de las causas de que no se realice el tratamiento (Oliver RG y cols., 1985).

En 2000, Bergius M y cols. realizaron una revisión de la literatura en la que afirmaron que en ortodoncia la aparición del dolor también es frecuente.

En un estudio retrospectivo de malestar y dolor dental, el 91 % de 203 pacientes chinos adultos en Singapur con tratamiento de ortodoncia, informaron del dolor inducido por el dispositivo. El 39 % de estos pacientes experimentaron dolor e incomodidad en los dientes durante cada paso del tratamiento. Por ejemplo, cada vez que se aplicó un nuevo arco o fuerza elástica (Lew KK., 1993).

Otras investigaciones revelaron que el 95% de los pacientes informaron haber experimentado dolor durante el tratamiento de ortodoncia (Scheurer P y cols., 1996; Kvam E y cols., 1987),

La razón principal del dolor experimentado en ortodoncia parece haber sido la aplicación de fuerzas de ortodoncia que inducen movimiento dental. Sin embargo, el dolor también fue registrado en la expansión rápida del maxilar (RME) que causó dolor principalmente en adolescentes (Timms DJ y cols., 1999), mientras que el tratamiento con dispositivos Herbst ha sido reportado como un factor potencial en la aparición de dolor en la masticación (Pancherz H y cols., 1982). El desplazamiento posterior del cóndilo, con el uso de la mentonera, puede causar un desplazamiento anterior del disco y también dolor: en un estudio retrospectivo, el 16 % de los

pacientes que respondieron a un cuestionario informaron dolor con el uso de mentonera (Deguchi T y cols., 1998).

Uno de los factores que produce dolor son las lesiones de tejidos blandos y heridas causadas por aparatos de ortodoncia. En su estudio de 161 pacientes de 12 a 17 años concluyeron que las lesiones de los tejidos blandos causadas por aparatos fijos eran comunes (76 %), mientras que las úlceras severas estuvieron presentes en el 2,5 % de estos pacientes. También se informó de la aparición de úlceras aftosas recurrentes en adolescentes durante el tratamiento de ortodoncia (Kvam E y cols., 1987).

El dolor de ortodoncia, el efecto negativo más mencionado derivado de la aplicación de fuerza ortodóncica, es una gran preocupación para padres, pacientes y odontólogos. Tanto pacientes adultos como niños describen el dolor como principal inconveniente, también los padres perciben el dolor como el principal inconveniente para iniciar el tratamiento (Krishnan V., 2007).

Casi el 70 % de los pacientes de ortodoncia reportan dolor durante el tratamiento de ortodoncia. Además, entre el 25 % y el 42 % tiene una duración prolongada del dolor. Curiosamente, solo el 15 % de los pacientes informan que el dolor es insignificante. La incomodidad y la experiencia dolorosa han sido reportadas por pacientes con tratamiento de ortodoncia y hasta un 10-20 % interrumpen el tratamiento debido a la experiencia del dolor. El dolor de ortodoncia es principalmente relacionado con la liberación de mediadores inflamatorios periféricos en el ligamento periodontal durante movimiento dental ortodóntico. Se demostró que la prostaglandina-E<sub>2</sub>, la interleucina 1-beta (IL-1 $\beta$ ) y la sustancia P aumentan tras el movimiento dental. La percepción del dolor aparece aproximadamente de 2 a 3 horas después de los procedimientos de ortodoncia. Se ha demostrado que alcanza su punto máximo después de 24 horas y disminuye después de las 72 horas con un alto grado de interindividual e intraindividual variación (Chow J y cols., 2018).

El dolor es una experiencia compleja que a menudo acompaña las citas de ortodoncia. Entre los efectos negativos más citados del tratamiento de ortodoncia, es el de mayor preocupación para los pacientes y los médicos (Oliver RG y cols., 1985; Kluemper GT y cols., 2002) y es evidente en publicaciones recientes (Asham AA y cols., 2004; Keim RG., 2004). Encuestas realizadas para determinar la experiencia del dolor de ortodoncia lo ha calificado como un elemento disuasivo clave para el tratamiento de ortodoncia y una razón importante para suspender el tratamiento (Haynes S., 1974; Oliver RG y cols., 1985; Kluemper GT y cols., 2002). Una encuesta clasifica el dolor entre el primer y cuarto lugar entre los principales miedos y temores antes de la ortodoncia tratamiento (O'Connor PJ., 2000).

El dolor es una respuesta subjetiva, que muestra grandes variaciones individuales. Depende de factores como edad, sexo, umbral de dolor individual, la magnitud del fuerza aplicada,

estado emocional, estrés, diferencias culturales y experiencias previas de dolor (Ngan P y cols., 1989; Brown DF y cols., 1991; Scheurer PA y cols., 1996; Firestone AR y cols., 1999; Bergius M y cols., 2000). Encuestas con respecto al porcentaje de pacientes que experimentan dolor informaron de valores que van desde el 70 % (población caucásica) al 95 % (población asiática). Un 8% de la población estudiada suspendió el tratamiento debido al dolor (Oliver RG y cols., 1985; Kvam E y cols., 1987; Lew KK., 1993; Scheurer PA y cols., 1996; Firestone AR y cols., 1999).

Revisando la literatura se comprueba que todos los tratamientos de ortodoncia producen algún tipo de molestia en los pacientes, siendo esta mayor en aparatos fijos que en los removibles o funcionales. Las principales molestias experimentadas por los pacientes, tras la colocación de la ortodoncia fija son sensación de presión, tensión, dolor en los dientes y dolor como tal (Ngan P y cols., 1989). Sin embargo, las dos partes más importantes del dolor en ortodoncia: duración e intensidad, a menudo se ignoran.

En 1962, Burstone CJ reportó un retraso inmediato de la respuesta dolorosa después de la aplicación de la fuerza ortodóncica. Él atribuyó la respuesta inicial a la compresión y la respuesta retardada a la hiperalgesia del ligamento periodontal relacionado con prostaglandinas (PGE), que crean sensibilidad en el ligamento periodontal con la liberación de sustancias como histamina, bradiquinina, PGE, serotonina y sustancia P (Ferreira SH y cols., 1978; Polat O y cols., 2005). Todo procedimiento de ortodoncia creará tensión y compresión dando lugar a una respuesta dolorosa por parte del paciente (Krishnan V., 2007).

### **2.9.1. EVALUACIÓN DEL DOLOR**

Hay un sistema de clasificación bien definido para el dolor en ortodoncia propuesto por Burstone que clasificó la respuesta dolorosa de ortodoncia de dos maneras: una dependiendo de la relación de aplicación de fuerza con el dolor y el otro de acuerdo con el tiempo de inicio (Burstone CJ, 1962).

Según ese autor, el grado de dolor percibido en respuesta a la cantidad de aplicación de fuerza puede dividirse en tres:

1. Primer grado: el paciente no es consciente del dolor, a menos que el ortodontista manipule los dientes directamente para moverlos con algún aparato de ortodoncia (ej. mordedor de bandas)

2. Segundo grado: dolor o malestar causado al morder o apretar los dientes. Generalmente ocurre en la primera semana de la colocación de la ortodoncia porque el paciente es capaz de comer con este tipo de dolor.

3. Tercer grado: si aparece este tipo de dolor, el paciente podría ser incapaz de masticar alimentos de consistencia normal.

La clasificación del dolor basada en el momento de inicio es la siguiente (Burstone, 1962):

1. Inmediato: asociado a la colocación repentina de fuerzas en el diente. Por ejemplo, una cadeneta entre los incisivos.

2. Retraso: producida por una variedad de valores de fuerza de ligera a pesada y que representa hiperalgesia de la membrana periodontal. Este tipo de respuesta al dolor disminuye con el tiempo, es decir, la reacción de dolor podría comenzar como tercer grado pero se convierte en segundo o primer grado con el paso del tiempo (Burstone CJ., 1962).

Hay varios métodos para el estudio y medición del dolor en ortodoncia. Estos varían entre encuestas tradicionales con cuestionarios, escala VAS (Linacre JM., 1998), MPQ (Melzack R., 1975), VRS (Jones M y cols., 1992) y algómetros (Simmons KE y cols., 1992).

La mayoría de los estudios utilizaron un VAS (Visual Scale Analogue), que está diseñado para presentar al encuestado con una escala de calificación con restricciones mínimas (Linacre JM., 1998) en la que el encuestado marca en la línea correspondiente la cantidad de dolor experimentado sin restricciones, esto tiene dos ventajas:

1. Proporciona libertad para elegir la intensidad exacta de dolor.
2. Da la máxima oportunidad de expresión en un estilo de respuesta personal individual.

Otro cuestionario del dolor es el de McGill (*McGill Pain Questionnaire*) desarrollado para medir la intensidad de los aspectos sensoriales y afectivos del dolor en pacientes adultos (Melzack R., 1975). El cuestionario consta de 20 subclases de descriptores verbales de dolor que miden las dimensiones (categorías) sensorial, afectiva y evaluativa. También se otorga una puntuación de intensidad para cada descriptor dentro de cada subclase. Seis de los ochenta y cuatro ítems permiten obtener un índice que mide la intensidad del dolor en su conjunto. Existen diversas versiones de este cuestionario. Este formulario se ha aplicado para evaluar el dolor descrito por pacientes adultos en ortodoncia; y pacientes infantiles, adolescentes y adultos en odontología general (Dworking RH y cols., 2015).

El Visual Rating Scale (VRS) es otro método para evaluar el dolor de ortodoncia (Jones ML y cols., 1985; Jones M y cols., 1992), y comprende una lista de adjetivos en los que se describen diferentes intensidades de dolor. Una escala adecuada de VRS debe incluir adjetivos que reflejen extremos como "sin dolor" y "dolor insoportable" / "extremadamente intenso" (Krishnan V., 2007).

En 1994, Simmons KE y cols. propuso el uso de un algómetro para evaluar el dolor en los pacientes que se sientan en el sillón de la clínica odontológica cuando se activan los aparatos de ortodoncia fija. El dispositivo tiene una señal que se activa cuando el paciente comienza a sentir dolor. Estos estudios mediante sistemas electrónicos nos proporcionan resultados menos subjetivos y más precisos.

Algunos autores afirmaron que las principales causas de la mala cooperación de los pacientes se han atribuido a dolor, deterioro funcional y estético. Esto incluso ha dado lugar a la suspensión del tratamiento de ortodoncia o a su terminación anticipada (O'Connor PJ y cols., 2000).

Otros autores también confirmaron estos hallazgos e informaron de la relación entre la cooperación del paciente y las quejas durante los primeros 6 meses después de la colocación de la ortodoncia. Muchos pacientes y padres consideran la falta inicial de información como una posible causa de incomodidad durante los primeros meses de tratamiento (Sergl HG y col., 1998).

La literatura sugiere que debe explicarse todo al paciente durante la fase de diagnóstico. Este procedimiento, denominado como 'reestructuración racional' en psicología (Todesco LA y cols., 1992), preparará a los pacientes para encontrarse con incomodidad durante el principio del tratamiento (Sergl HG y cols., 1998).

## **2.9.2. POSICIÓN INICIAL DE LOS DIENTES Y FUERZA APLICADA**

También se realizó una búsqueda de la bibliografía para estudiar la relación del dolor en cuanto a la posición dental inicial y los niveles de fuerza aplicados (Hixon EH y cols., 1969), afirmaron que la aplicación de fuerzas mayores (como la retracción canina) aumentan la respuesta biológica y comprobaron que grandes fuerzas provocan una mayor compresión periodontal y por lo tanto más dolor. Jones ML y cols., en 1985, evaluaron la relación entre las posiciones dentales iniciales, niveles de fuerza aplicada y dolor experimentado y observaron que no hay una correlación estadísticamente significativa entre los tres parámetros.

Todas estas suposiciones y hallazgos apuntan al hecho de que con el tratamiento de ortodoncia se provoca una respuesta dolorosa y que existe poca correlación entre el grado de dolor y magnitud de la fuerza aplicada (Krishnan V., 2007).

### 2.9.3. MECANISMO DE DOLOR EN ORTODONCIA

El movimiento en ortodoncia da lugar a reacciones inflamatorias en el periodonto y la pulpa dental, que estimula la liberación de mediadores que causan la sensación de dolor. La percepción del dolor en ortodoncia se debe a cambios en el flujo sanguíneo y se ha correlacionado con la presencia de varias sustancias, como la sustancia P, histamina, encefalina, dopamina, serotonina, glicina, ácido glutamato gamma-aminobutírico, PGEs, leucotrienos, y citoquinas. Varios autores afirman la presencia de estos mediadores tras la aplicación de una fuerza ortodoncia y su relación con una respuesta hiperalgésica (Yamasaki K y cols., 1984; Walker JA y cols., 1987; Davidovitch Z y cols., 1988; Nicolay OF y cols., 1990; Davidovitch Z., 1991; Saito I y cols., 1991; Grieve WG y cols., 1994; Alhashimi N y cols., 2001).

Las fibras nerviosas periféricas también participan en el proceso inflamatorio asociado con el movimiento dental, dando lugar a la liberación de neuropéptidos. Se sabe que estos neuropéptidos liberados provocan respuesta dolorosa. La sustancia P y los neuropéptidos sensoriales liberados por terminaciones nerviosas periféricas sensoriales modifican la secreción de otras citocinas proinflamatorias tales como IL-1  $\beta$ , IL-6 y TNF- $\alpha$  de monocitos (Nicolay OF y cols., 1990; Norevall LI y cols., 1995; Alhashimi N y cols., 2001). Concluyeron que los principales neuropéptidos y citoquinas podrían estar involucradas en la inflamación pulpar durante el movimiento ortodóncico.

Para comprender mejor las reacciones al dolor observadas por los pacientes y relacionarlos con el tratamiento de ortodoncia, se debe considerar la fisiología general del dolor.

En 1975, la teoría propuesta por Melzack R y cols., proporcionó explicaciones para muchos de los fenómenos asociados con la experiencia del dolor. La neurofisiología explica como los impulsos de los nervios periféricos son modulados (inhibidos) por un mecanismo de entrada localizado en la asta dorsal de la médula espinal. La información de la periferia se recibe a través de fibras de diámetro grande o pequeño, que tienen una acción diferente en las células espinales. La actividad en las fibras grandes tiende a inhibir la transmisión (cerrar la puerta) y actividad en las fibras pequeñas tiende a facilitar la transmisión (abre la puerta). En las regiones de la cara y la boca, la organización anatómica es un tanto diferente. Los impulsos transportados por el nervio trigémino entran directamente en el tallo cerebral de la sinapsis en la espina del núcleo del trigémino. Esta región del tallo cerebral puede considerarse una extensión de la asta dorsal de la médula espinal (Okeson JP., 2005).

Todos los impulsos que ingresan al sistema nervioso central (SNC) son sujetos a una modulación que mejora o disminuye la entrada nociceptiva, lo que resulta en un aumento o disminución en la experiencia del dolor.

Hay varios sitios diferentes donde la modulación puede ocurrir dentro del sistema nervioso central. A medida que el impulso asciende pasa a través de varias interneuronas, que "filtran" los impulsos que entran en el tallo cerebral.

Es importante que el clínico aprecie que el dolor no es una conducción simple de impulsos nocivos a través de varias sinapsis a la corteza cerebral, donde se actúa sobre ella. La entrada somatosensitiva normal de un estímulo que no es percibido como una sensación dolorosa, puede percibirse como dolor si las influencias inhibitorias no son efectivas (Bergius M y cols., 2000).

Además, la intensidad general del sufrimiento se relaciona con experiencia, atención, actitud y temperamento precondicionamiento del sujeto. Por lo tanto, el fenómeno de la modulación del dolor central es un factor importante en el dolor orofacial. Esto ayuda a explicar la enorme variación en la experiencia del dolor del individuo a individuo (Bergius M y cols., 2000).

#### **2.9.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA DOLOROSA**

La experiencia del dolor está influenciada no solo por emociones y factores cognitivos, sino también por factores ambientales que incluyen cultura, género y edad. Entre los factores emocionales, los más obvios en odontología son preocupaciones, temores y ansiedades de los pacientes. Debemos tenerlos en cuenta a la hora de realizar nuestros tratamientos odontológicos.

Existe una relación no lineal entre edad, sexo, estado psicológico y antecedentes culturales en la percepción del dolor después de la colocación de un aparato de ortodoncia. El dolor experimentado por los pacientes no parece estar directamente relacionado con la magnitud de la fuerza ejercida. Esta también depende del bienestar psicológico del individuo (Dubner R., 1968; Brown DF y cols., 1991; Serogl HG y cols., 1998; Bergius M y cols., 2000).

De la literatura publicada se desprende que las mujeres expresan más dolor que los hombres y que los adolescentes informan más alto niveles de dolor que los preadolescentes y adultos. Sin embargo, en otros estudios no se encuentran diferencias entre hombres y mujeres en cuanto a la sensación de dolor (Ingersoll BD., 1982). Una búsqueda bibliográfica reveló solo dos informes, que abordaron este tema (Ngan P y cols., 1989; Erdinç AME y cols., 2004), quienes encontraron que las chicas informaron más incomodidad / dolor y ulceraciones que los chicos, durante el tratamiento de ortodoncia fija (Krishnan V., 2007).

El efecto de la edad, en la percepción del dolor durante el tratamiento de ortodoncia, es difícil de comparar. No hay igualdad de resultados entre los diferentes estudios. En la mayoría de ellos, los adultos expresan más dolor que los jóvenes (Jones ML y cols., 1985; Brown DF y cols., 1991; Jones M y cols., 1992; Scheurer P y cols., 1996; Fernandes LM y cols., 1998). En un estudio

realizado por (Ngan P y cols., 1989) con una escala analógica visual (EVA) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la percepción del dolor entre adolescentes y adultos. Un extenso informe de (Brown DF y cols., 1991), en el que compararon la percepción del dolor en preadolescentes, adolescentes y adultos, encontraron que los adolescentes informaron un nivel más alto de dolor que preadolescentes y adultos.

Los factores emocionales como el miedo y la ansiedad no son tan importantes en el tratamiento de ortodoncia, así como en cualquier otra área de la odontología; sin embargo, los factores cognitivos probablemente lo son. Factores como la motivación y las expectativas pueden jugar un papel particularmente poderoso en el tratamiento de ortodoncia, ya que constituyen un poderoso filtro que actúa sobre la percepción, evaluación y experiencia del dolor. Otro de los factores cognitivos importantes relacionados con el dolor son las creencias, atención / distracción, y la sensación de control que se relaciona a factores como recibir información, predicción y memoria (Bergius M y cols., 2000).

Se puede afirmar que existe una relación no lineal entre la edad, el género, el estado psicológico y cultural en la percepción del dolor después de la colocación de aparatos de ortodoncia y estos factores deben ser considerados antes de comenzar el tratamiento (Krishnan V., 2007).

En 2016, Cioffi I y cols., investigaron los efectos combinados de amplificación somatosensorial y ansiedad en el dolor ortodóncico. El estudio se llevó a cabo con 505 adultos que completaron el Inventario de Ansiedad Rasgo del Estado (STAI) y el Somatosensorial Escala de amplificación (SSAS). Concluyendo que la amplificación somatosensorial y la ansiedad son rasgos que afectan sustancialmente el dolor de ortodoncia inducido experimentalmente.

### **2.9.5. DOLOR QUE EXPERIMENTAN LOS PACIENTES TRAS LA COLOCACIÓN DEL ARCO**

El dolor que experimentan los pacientes tras la colocación inicial del arco aparece 4 horas después y alcanza su punto máximo a las 24 horas. Posteriormente va disminuyendo. Varios autores han confirmado estos hallazgos (Ngan P y cols., 1989; Scheurer P y cols., 1996; Firestone AR y cols., 1999; Erdinç AME y cols., 2004; Polat O y cols., 2005). El dolor generalmente durará de 2 a 3 días y lo hará disminuir gradualmente su intensidad en el quinto o sexto día (Jones M y cols., 1992).

Campos MJS y cols. realizaron un estudio en el que el 95 % de los pacientes reportan dolor de rutina, debido a alteraciones en el ligamento periodontal y tejidos blandos circundantes, con intensidad y prevalencia que varía según la edad. El objetivo del estudio fue evaluar el dolor

en la dentición y en la mucosa en adultos y niños durante dos fases iniciales de la ortodoncia tratamiento. La intensidad del dolor se registró en 20 pacientes, 10 niños (11-13 años) y 10 adultos (18-37 años). Se realizó con la ayuda de una Escala Analógica Visual (EVA) durante 14 días - 7 días solo con brackets cementados y 7 días con el arco inicial insertado. En cuanto a los resultados, se puede concluir que no hubo diferencias significativas en la intensidad del dolor entre adultos y niños. El 70 % de los dos grupos informaron dolor después de la inserción inicial del arco. Mientras que los adultos informaron de un dolor constante, de baja intensidad y dolor de la mucosa bucal, los niños mostraron gran variación de la intensidad del dolor, pero con una tendencia a la disminución del dolor durante el período de evaluación. Después de la inserción inicial del arco, los picos de intensidad y prevalencia del dolor ocurrieron 24 horas en niños y 48 horas en adultos. Conclusiones: en general, los niños reportaron dolor con menos frecuencia que los adultos, aunque con mayor intensidad (Campos MJS y cols., 2013).

### **2.9.6. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN EL DOLOR CON DIFERENTES TIPOS DE ARCOS ORTODÓNCICOS**

Actualmente, diversas revisiones bibliográficas y metaanálisis publicados concluyen que no hay datos suficientes para hacer recomendaciones sobre el uso de un tipo u otro de arco, durante las primeras fases iniciales del tratamiento de ortodoncia o el empleo de una secuencia específica (Flores-Mir C, 2014; Papageorgiou SN y cols., 2014).

No hay diferencia en la intensidad, prevalencia o duración del dolor entre diferentes tipos de arcos (Jones ML y cols., 1985; Fernandes LM y cols., 1998; Erdinç AME y cols., 2004). De acuerdo con Ngan P y cols., 1989; Scheurer P y cols., 1996 se encontraron que los pacientes informaron de mayor dolor en dientes anteriores que posteriores, debido a las diferencias en la superficie de la raíz, aumento de la participación de los dientes anteriores durante nivelación y mayor uso de dientes anteriores para morder (Krishnan V., 2007).

La activación del arco de alambre a menudo conduce a evitar masticar alimentos duros. (Smith BR y cols., 1984; Goldreich H y cols., 1994) evaluaron el efecto de la activación del arco de ortodoncia en el músculo masetero a través de la actividad EMG. Observaron una reducción en actividad muscular del masetero y lo atribuyeron a los estímulos nocivos que actúan sobre el ligamento periodontal y que inhiben estos músculos; ya que la actividad EMG durante el dolor inducido aumenta cuando se cierra la mandíbula, (Lund JP y cols., 1983). Por tanto, tras la colocación del arco en el tratamiento de ortodoncia puede cursar con dolor y podría afectar a los

hábitos alimenticios, así como a las actividades de la vida diaria de los pacientes (Krishnan V., 2007).

Durante el tratamiento basado en dispositivos fijos, el dolor de ortodoncia generalmente de forma gradual aumenta a partir de dos horas después de la colocación del primer arco (Jones ML., 1984; Scheurer P y cols., 1996; Soltis JE y cols., 1971), alcanzando un máximo de 24 horas y luego disminuye gradualmente, pero puede durar de dos días a una semana o más (Burstone CJ., 1962; Ngan P y cols., 1989).

En 1992, Jones M y cols. realizaron un ensayo clínico controlado aleatorizado para comparar la naturaleza, prevalencia, intensidad y la duración del dolor relacionado con el uso de un arco superelástico y un arco de acero. Participaron en el estudio 43 sujetos, siendo la respuesta al dolor evaluada por cada una de las escalas analógicas visuales, los cuestionarios y el consumo de analgésicos. Se encontró que la prevalencia, intensidad y duración del dolor después de la inserción de los dos tipos de arcos fueron similares. El dolor alcanzó su punto máximo en la mañana después de la colocación del arco de los arcos, que va disminuyendo con el paso de los días. El dolor y la incomodidad experimentados, después de la inserción del segundo arco, fueron similares a los de la primera. En general, se encontró una variación diurna con una tendencia a un aumento en el dolor por las noches, aunque esto no afectó mucho el sueño. Se encontró que la respuesta al dolor era alta y consistentemente subjetiva, no relacionada con el arco dental, hacinamiento, sexo o clase social; sin embargo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la edad y el dolor experimentado (Jones M y cols., 1992).

Fernandes LM y cols. compararon el dolor y la incomodidad de dos tipos de arcos níquel-titanio utilizados para la alineación inicial. Los dos arcos utilizados fueron un superelástico níquel-titanio 0.014" sentalloy de GAC y un 0,014" nitinol de Unitek. Las encuestas se realizaron durante el primer período de 7 días, cada hora durante los primeros 11 días. Los resultados mostraron que el nivel de incomodidad aumentó continuamente cada hora después de la inserción de los arcos, con un pico en la primera noche, permaneciendo alto el segundo día y disminuyendo a partir de entonces al nivel basal después de 7 días. Durante las primeras 10 horas el dolor / malestar experimentado después de la colocación de un Sentalloy fue menor que el encontrado con el Nitinol. No se encontraron diferencias significativas de género (Fernandes LM y cols., 1998).

Como explicamos anteriormente, Montasser MA y cols. realizaron un estudio cuyo objetivo fue medir las fuerzas generadas durante el movimiento de alineamiento utilizando diferentes combinaciones arco - brackets. Ellos recomiendan usar arcos coaxiales de 0.015" y arcos Thermalloy de 0.012" en la fase de alineamiento y nivelación y contraindican el uso de arco de acero de 0.012" debido a los altos niveles de fuerza que producen en esta fase inicial. Además, las

ligaduras elastómeras usadas con brackets convencionales aumentan la fuerza aplicada al diente, en comparación con las ligaduras metálicas atadas holgadamente (Montasser MA y cols., 2013).

Erdinç AME y cols. evaluaron el dolor inicial que presentan los pacientes tras la inserción de dos tipos de arcos, la duración del dolor, las áreas afectadas en la boca, el nivel de automedicación, la influencia en la calidad de vida y si el género es importante en la percepción del dolor. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al género, en el período de percepción del dolor inicial, con respecto a las áreas afectadas dentro de la boca o el efecto del dolor en la vida diaria cuando se compararon los dos grupos de arcos de 0,014” y 0,016” a las 6 horas (de 1 a 6 a 7 días). A las 24 horas se encontraron resultados estadísticamente significativos de mayor alivio de dolor en el grupo de 0.014”. En ambos grupos el dolor inicial aparece a las dos primeras horas, va aumentando hasta las 24 horas y posteriormente desciende hasta el tercer día, este dolor es mayor en dientes anteriores que en posteriores (Erdinç AME y cols., 2014).

En 2014, Ambekar A y cols. también llevaron a cabo un estudio de la diferente respuesta al dolor entre 3 tipos de arcos: arco de acero inoxidable de 0.0175”; arco 0.018” CuNiti y 0.018” Niti. Concluyeron que el nivel de dolor de la 1ª a la 5ª hora a hora fue casi el mismo con los tres tipos de arcos. Entre la 10ª hora y el tercer día los niveles de dolor se incrementaron con arcos de acero inoxidable y NiTi, sin embargo, fueron reduciéndose con el arco de CuNiTi. Desde el 4º día hasta el 7º día, los niveles de dolor disminuyeron progresivamente para todos los arcos y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Ambekar A y cols., 2014).

En 2015, Abdelrahman RSH y cols. evaluaron la diferencia de dolor experimentado entre arcos de 0.014” superelástico 0.014” termoelástico y 0.014” convencional, en una muestra de 75 pacientes. La evaluación del dolor se realizó diariamente durante los primeros 7 días. Concluyeron que no había diferencias estadísticamente significativas entre el dolor experimentado en los tres tipos de arcos y, además, la edad, el género y el grado de apiñamiento que presenta el paciente, tampoco influye en el dolor que experimenta (Abdelrahman RSH y cols., 2015).

En 2015, Markovick E y cols. también evaluaron la diferente experiencia de dolor con 6 tipos diferentes de arcos. Concluyeron que no hay diferencias significativas entre el dolor experimentado con los diferentes tipos de arcos y tampoco con el grado de apiñamiento. El dolor en todos empezó pasadas las 12 primeras horas, tras la inserción del arco y después de 4 días fue disminuyendo en todos los casos (Markovick E y cols., 2015)

En 2016, Rahman S y cols., realizaron un estudio para comparar la experiencia de dolor entre brackets autoligables y convencionales. Realizaron un ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, multicéntrico y prospectivo. Los sujetos fueron asignados al azar en dos grupos: brackets autoligables (3M SmartClip) o convencionales (3M Victory). Se siguió un protocolo

estandarizado para la cementación de brackets y la secuencia de arcos correspondiente para ambos grupos. Las molestias de los pacientes se registraron utilizando una Escala de Evaluación Verbal para evaluar la incomodidad que se siente en los dientes y tejidos blandos al momento de la cita y 1, 3, y 5 días después de cada cambio de arco. Ciento treinta y ocho sujetos (edad promedio 14 años 11 meses) fueron inscritos en el estudio. El dolor percibido fue estadísticamente mayor con el sistema SmartClip en comparación con el sistema Victory, pero esta diferencia no se consideró clínicamente significativa. La incomodidad fue mayor después de la colocación del arco inicial de níquel-titanio de 0.014", en comparación con los arcos posteriores, y fue mayor en el día 1, menos en el día 3 y mucho menos en el 5 después de cada cambio de arco. La edad y el género no afectaron el nivel de malestar (Rahman S y cols., 2016).

En 2016, Zheng B y cols. realizaron una prueba a 121 estudiantes con aplicación de frío tópico para estimar la tolerancia al dolor tras la colocación del arco. Concluyeron que el máximo nivel de intensidad apareció a las 24 horas y fue disminuyendo hasta el séptimo día. El arco inicial que emplearon fue el 0.012" NiTi. Concluyeron que el dolor disminuyó a medida que aumentó la tolerancia individual al dolor y, además, que no hubo diferencias entre el dolor en pacientes masculinos y femeninos (Zheng B y cols., 2016).

**Tabla 4. Comparativa entre estudios que evalúan el dolor con diferentes tipos de arcos ortodóncicos**

<b>AUTOR</b>	<b>Nº PACIENTES</b>	<b>SEXO</b>	<b>TIPO DE BRACKETS</b>	<b>TIPO DE ARCO</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
<b>Jones M y cols., 1992</b>	43	No se especifica.	Brackets convencionales.	Niti (Niti alloy) Flex (multiflex Steel)	El dolor alcanzó su punto máximo tras la inserción de los arcos y fue disminuyendo progresivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de arcos. La respuesta al dolor no está relacionada con el apiñamiento o sexo; sin embargo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la edad y el dolor experimentado.
<b>Fernandes LM., 1998</b>	128	72 mujeres y 56 hombres.	Brackets convencionales.	Superelástico níquel- titanio 0.014” sentalloy de GAC y un 0.014” nitinol de Unitek.	Durante las primeras 10 horas el dolor / malestar fue menor con el Sentalloy que con el Nitinol. No se encontraron diferencias significativas de género.
<b>Erdoğan AME y cols., 2014</b>	109	52 varones y 57 mujeres.	No se especifica	Arcos de 0.014” y de 0.016”.	No se encontraron diferencias significativas en cuanto al género, áreas afectadas dentro de la boca o calidad de vida en ambos grupos. A las 24 horas se encontraron resultados estadísticamente significativos de mayor alivio de dolor en el grupo de 0.014”. En ambos grupos el dolor inicial aparece a las dos primeras horas, aumenta hasta las 24 horas

					y posteriormente desciende hasta el tercer día, este dolor es mayor en dientes anteriores que en posteriores.
<b>Ambekar A y cols., 2014</b>	No se especifica.	No se especifica.	Bracket system – 0.022 x 0.028” MBT preadjusted bracket system (Ormco) (Victory series).	Arco de acero inoxidable de 0.0175”; arco 0.018” a Cu-Niti y 0.018” Niti.	De la 1 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> hora: no diferencias significativas entre los 3 tipos de arcos. Entre la 10 <sup>a</sup> hora 3er día: niveles de dolor se incrementaron con arcos de acero inoxidable y NiTi y fueron reduciéndose con el arco de CuNiTi. Desde el 4° día hasta el 7° día: los niveles de dolor disminuyeron progresivamente para todos los arcos y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.
<b>Abdelrahman RSh y cols., 2015</b>	75	No se especifica.	No se especifica.	Arco redondo de níquel titanio superelástico de 0.014”. Arco redondo de níquel titanio termoplástico de 0.014”. Arco redondo de níquel titanio convencional de 0.14”.	No existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos arcos.
	189	105 mujeres y 84 hombres.	Brackets convencionales slot 0.018” Ricketts.	0.014” níquel-titanio -Rematitan -Sentaloy -Truflex	No se estableció ninguna correlación entre la percepción del dolor con el uso de diferentes tipos de arcos de NiTi y el grado de apiñamiento.

<b>Markovick E y cols., 2015</b>				-Rematitan Thermo -Truflex Thermo -Damon	
<b>Rahman S y cols., 2016</b>	138		Brackets convencionales (3M Victory). Brackets autoligables (3M SmartClipTM).	Victory: 0.14”NiTi 0.018” 0.019x0.025”NiTi térmico 0.019x0.025”SS SmartClip: 0.014”NiTi 0.016x0.025” NiTi 0.019x0.025”NiTi 0.019x0.025”SS	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al dolor en ambos grupos
<b>Zheng B y cols., 2016</b>	121	51 hombres 70 mujeres	Brackets convencionales. (Victory Series™).	0.012” NiTi	El dolor tras la colocación del arco disminuye a medida que aumenta la tolerancia individual al dolor.
<p>Niti: Níquel Titanio                  SS: Stainless (acero)                  CuNiTi: Copper Níquel Titanio</p>					

## **2.9.7. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN EL DOLOR CON DIFERENTES SISTEMAS DE BRACKETS**

Existen diversos estudios publicados que analizan el dolor, comparando la colocación de aparatología fija multibrackets convencional y la aparatología fija multibrackets de autoligado. Los resultados de los trabajos son dispares.

En 2006, Miles PG y cols., también compararon la efectividad y comodidad de los brackets Damon versus brackets convencionales durante la alineación inicial. El estudio comprendía 60 pacientes que participaron en un diseño de boca dividida. Un lado de la arcada con brackets Damon y el otro con brackets convencionales. Los lados se alternaron con cada paciente de forma consecutiva. Se tomaron mediciones al inicio del tratamiento, a las 10 semanas en el primer cambio de arco y a las 10 semanas en el segundo cambio de arco. Los brackets convencionales eran más incómodos con el arco inicial. Sin embargo, a las 10 semanas, un número mayor de pacientes informó incomodidad con el soporte Damon cuando se colocó el arco a las 10 y a las 20 semanas, pero los resultados no fueron clínica ni estadísticamente significativos. Por tanto, concluyen que los brackets Damon no son mejores durante la alineación inicial que los brackets convencionales. Inicialmente, el soporte Damon era menos doloroso, pero era más doloroso cuando se colocaba el segundo arco y tenía una mayor tasa de falla del soporte (Miles PG. y cols., 2006).

En 2008, Scott P y cols. compararon el grado de incomodidad experimentado durante las etapas iniciales del tratamiento de ortodoncia con brackets (Damon) y brackets convencionales (Synthesis). Participaron en el estudio 62 pacientes (32 hombres y 30 mujeres) que fueron asignados aleatoriamente para el tratamiento con cualquiera de los sistemas de soporte. Se usaron los arcos Damon de 0.014" de Cu NiTi en ambos grupos. Después de la inserción del arco, se registró la incomodidad a las 4 horas, 24 horas, 3 días y 1 semana. Los sujetos también anotaron cualquier analgésico autoprescrito que se tomaron durante el período de observación. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los niveles percibidos de incomodidad entre los dos tipos de brackets. El pico máximo de dolor que experimentaron los pacientes se alcanzó entre las primeras 4 y 24 horas tras el inicio del tratamiento y es a partir del tercer día de tratamiento, cuando el nivel de dolor disminuye hasta alcanzar niveles mínimos al cabo de 7 días. En general, esta investigación no encontró evidencia de que los brackets de autoligado de Damon se asocien con menos molestias que los brackets convencionales durante la alineación dental inicial, independientemente de la edad o el sexo (Scott P y cols., 2008).

En 2009, Pringle AM y cols. realizaron un ensayo clínico aleatorizado, comparando los niveles de dolor durante el movimiento dental inicial de ortodoncia, con dos tipos de brackets. Un total de 66 pacientes (36 mujeres, 30 hombres) fueron asignados aleatoriamente a brackets

convencional (Tru Straight, Ormco) o un soporte de autoligado (Damon 3, Ormco). El arco empleado fue un 0.014" de NiTi. Los niveles de intensidad del dolor se registraron dos veces al día, durante 7 días, usando escalas analógicas visuales. Los pacientes también registraron si se tomó analgesia. Pese a las variaciones individuales, los pacientes de Damon 3 informaron de una intensidad de dolor más baja en comparación con los brackets True Straihght (Pringle AM y cols., 2009).

En 2009, Fleming PS y cols., también estudiaron las diferentes molestias con brackets SmartClip y Victory en las primeras etapas de tratamiento. La experiencia del dolor subjetivo a las 4 horas, 24 horas, 3 días y 7 días después de la activación del arco es similar en ambos sistemas de brackets. Sin embargo, la inserción y desinserción del arco rectangular es más dolorosa con SmartClip. Por tanto, podemos concluir que no existen diferencias significativas entre ambos sistemas de brackets (Fleming PS y cols., 2009).

En 2013, Bertl MH y cols. investigaron la incomodidad del paciente durante la inserción y desinserción del arco en pacientes tratados con brackets autoligables y brackets convencionales. En su estudio de 18 pacientes que fueron tratados aleatoriamente con brackets autoligables SmartClip y con Edgewise, registraron la incomodidad que presentaba el paciente usando una escala de calificación numérica. Los resultados se evaluaron para níquel titanio redondo y rectangular y acero inoxidable, molibdeno de titanio y elgiloy rectangular. Independientemente del tipo de arco, la inserción y desinserción de los arcos rígidos rectangulares durante el tratamiento, causaron más dolor con brackets autoligables SmartClip que con los convencionales. Una manipulación cuidadosa de los arcos hasta la alineación completa es esencial para limitar el dolor en el sillón. Bajos niveles de dolor ayudarán a garantizar la satisfacción y el cumplimiento del tratamiento (Bertl MH y cols., 2013).

En 2014, Piao Z y cols. compararon la experiencia del dolor entre los pacientes de ortodoncia tratados con brackets autoligables SmartClip y brackets convencionales Victory. Compararon 69 pacientes tratados con autoligado y 70 pacientes tratados con brackets convencionales. Emplearon para el estudio arcos de níquel-titanio de 0.012" y usaron la escala analógica visual (VAS) para evaluar la experiencia del dolor de los sujetos durante los primeros 7 días de tratamiento. En los primeros 5 días de tratamiento, los brackets autoligables causaron menor dolor que los brackets convencionales. Sin embargo, el sexto y séptimo día mostraron menos dolor los brackets convencionales. Las diferencias grupales a lo largo de la primera semana no fueron ni clínica ni estadísticamente significativas. Las experiencias de dolor en ambos grupos disminuyeron constantemente desde el tercer día de tratamiento hasta el final de la primera semana de tratamiento (Piao Z y cols., 2014).

En 2018, Johal A y cols. cuantificaron la intensidad y la duración de la experiencia del dolor en adultos en las tres primeras visitas de tratamiento de ortodoncia fija. Un objetivo secundario fue evaluar la relación entre la experiencia del dolor y el uso de analgésicos, la irregularidad dental, el sexo y la edad. Se adoptó un diseño prospectivo de estudio longitudinal, 58 adultos sometidos a tratamiento de ortodoncia fija, registrándose la experiencia de dolor a las: 4 horas, 24 horas, 3 días y 7 días después de la cita inicial de vinculación (T0) y primeras citas de ajuste de seguimiento de rutina (T1) y segunda (T2). Además, los sujetos registraron la dosis y la frecuencia del uso de analgésicos. El dolor pico se experimentó entre 24 horas y 3 días después de la colocación del dispositivo (T0) y ajustes posteriores (T1 y T2). El puntaje de dolor promedio más alto surgió en T0 seguido de ajustes T2 y T1. El nivel de irregularidad dental, sexo o edad no predecía los niveles de dolor informados. Concluyeron que los adultos sometidos a tratamiento fijo de ortodoncia experimentan mayor dolor de 1 a 3 días, después de la colocación del arco y en visitas de ajuste posteriores. La experiencia del dolor tiende a disminuir constantemente desde el tercer día de tratamiento hasta el final de la primera semana de tratamiento, independientemente del tipo de soporte utilizado. En resumen, podemos concluir que los estudios evaluados describen un mayor malestar con brackets convencionales en las primeras etapas del tratamiento; sin embargo, en el empleo de arcos de mayor grosor, se produce mayor dolor en brackets de autoligado aumentando este malestar al insertar y desinsertar el arco. A pesar de esto, podemos concluir que la mayoría de los estudios analizados no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes sistemas de brackets (Johal A y cols., 2018).

**Tabla 5. Comparativa de estudios que evalúan el dolor con diferentes sistemas de brackets**

<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE BRACKET Y SLOT</b>	<b>Nº PACIENTES Y SEXO</b>	<b>TIPO DE ARCO</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
<b>Miles PG y cols., 2006</b>	Brackets convencionales (Victory). Brackets de autoligado (Damon). Slot 0.022”.	58 pacientes (40 mujeres y 18 hombres).	0.014” Cu Niti 0.016x0.025” Cu Niti	Inicialmente, el soporte Damon era menos doloroso, pero era más doloroso cuando se colocaba el segundo arco y tenía una mayor tasa de fallo del soporte.
<b>Scott P y cols., 2008</b>	Brackets convencionales (Synthesis). Brackets de autoligado (Damon). Slot 0.022”.	62 pacientes (32 hombres y 30 mujeres).	0.014” Cu Niti	No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas de brackets.
<b>Fleming PS y cols., 2009</b>	Brackets convencionales (Victory). Brackets de autoligado (SmartClip) y slot 0.022”.	48 pacientes (26 SmartClip: 6 hombres y 16 mujeres) y (22 Victory: 10 hombres y 16 mujeres).	0.016” Niti	El dolor durante la inserción y desinserción del arco es mayor en el sistema de autoligado. Al paso de las horas y los días las molestias son similares en ambos sistemas.
<b>Pringle AM y cols., 2009</b>	Brackets convencionales (Tru Straight).	66 pacientes (36 mujeres y 30 hombres).	0,014” NiTi	Los pacientes de Damon 3 informaron de una intensidad de dolor más baja en



## **2.9.8. TRATAMIENTO PARA EL DOLOR EN ORTODONCIA**

La literatura existente apoya el uso de medicamentos no esteroideos antiinflamatorios (AINE) para el control del dolor, a pesar de que otros métodos (como gel anestésico, estimulación nerviosa eléctrica transcutánea, láser de bajo nivel uso y estimulación vibratoria) han sido sugeridos.

Entre estos métodos, solo el uso de AINE ha sido apoyado por las literaturas existentes. Sin embargo, los efectos secundarios de los medicamentos, incluidos los gástricos o duodenales, ulceración, trastornos de la coagulación, problemas cardíacos congestivos, y los efectos alérgicos, son siempre una gran obstrucción (McCaul KD y cols., 1984).

También se ha demostrado que la información y la distraer al paciente puede ser igual de efectiva que el tratamiento. Usar la distracción hablando al paciente durante el tratamiento o proporcionar música es probablemente el método más común utilizado en odontología. Sin embargo, es importante entender que la distracción es más eficaz para reducir el estrés en situaciones de dolor leve pero no intensas (McCaul KD y cols., 1984).

### **2.9.8.1. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO**

El dolor experimentado durante un tratamiento de ortodoncia es un dolor de tipo inflamatorio que se inicia tras un proceso a nivel molecular y celular de alteración en el tejido vascular inducido por las fuerzas ortodóncicas. Esta señal dolorosa se recibe en las terminaciones sensoriales y llega a la corteza sensorial donde se percibe el dolor y se transmite a través de diversos sistemas neuronales cerebrales. Muchas áreas cerebrales participan en la percepción y en la memoria del dolor percibido durante el tratamiento de ortodoncia, incluyendo la corteza insular, la amígdala, el hipocampo y el hipotálamo. Los mecanismos analgésicos endógenos influyen en la percepción dolorosa y en la respuesta inflamatoria que se observa (Long H y cols., 2016).

La mayor preocupación con respecto a los AINEs es la interferencia producida en el proceso inflamatorio asociado con el movimiento dental. La administración durante uno o dos días a dosis bajas en las etapas iniciales no afectará en el proceso de movimiento dental como tal. La tendencia actual está dirigida hacia el uso preventivo mediante la administración de AINEs, al menos una hora antes del procedimiento de ortodoncia. El control del dolor durante el tratamiento de ortodoncia debe considerarse un aspecto importante y los AINEs siguen siendo el método más preferido para ello. La ausencia de un protocolo apropiado para su administración después de las

citas de ortodoncia se considera un importante inconveniente que requiere atención en futuras investigaciones (Krishnan V y cols., 2007).

Se han publicado numerosos estudios que investigan varios fármacos como ibuprofeno, aspirina, paracetamol, misoprotol, indometacina, naproxeno sódico, y recientemente introducido inhibidor de cox-2, rofecoxib (Chumbley AB y cols, 1986; Kehoe MJ y cols., 1996; Roche JJ y cols., 1997; Sari E y cols., 2004; Polat O y cols., 2005). Todos coincidieron en que estos medicamentos reducen la incomodidad y el dolor causado por los aparatos, al inhibir o al menos reducir la respuesta inflamatoria causada por la fuerza aplicada. En 1989, Ngan P y cols. realizaron un estudio para comparar la eficacia del ibuprofeno, aspirina y un placebo. Concluyendo que el ibuprofeno fue el analgésico más eficaz en el tratamiento del dolor en ortodoncia. Simmons KE y cols., en 1992, fueron los primeros en recomendar el uso de acetaminofén para el control del dolor ortodóncico, mientras que en el estudio de Pagenelli, en 1993, se recomendaba el uso del ibuprofeno.

La liberación de PGE (prostaglandinas), los mediadores primarios de la respuesta inflamatoria después de la aplicación de la fuerza, será inhibido por los AINEs que causan una reducción en el movimiento del diente (Walker Jr. JB. y cols., 2001). Otros autores como Kyrkanides y cols. informaron de un aumento en los niveles de MMP-9 y MMP-2. junto con colagenasa y una reducción en la síntesis de procolágeno después de la administración de AINEs. Todo este proceso es el resultado de la inhibición de la actividad y los resultados de la ciclooxigenasa, dando lugar a una reducción en la velocidad del movimiento del diente (Kyrkanides S y cols., 2000).

Sari E y cols. afirman que el rofecoxib, inhibidor de cox - 2, en el manejo del dolor no tiene efecto sobre los niveles de PGE 1 y se puede usar de manera segura para controlar el dolor durante la mecanoterapia de ortodoncia (Sari E y cols., 2004).

La administración analgésica preventiva o preoperatoria para disminuir el dolor postoperatorio se ha convertido en el foco de investigación en ortodoncia. La analgesia preventiva bloquea los impulsos nerviosos aferentes antes de que lleguen al sistema nervioso central, aboliendo el proceso de sensibilización (Woolf CJ y cols., 1991).

Polat O y cols. compararon el efecto del naproxeno sódico (550 mg) e ibuprofeno (400 mg) administrado antes de la colocación del arco y encontraron que el naproxeno sódico es más efectivo que el ibuprofeno, después de 2 y 6 horas e incluso por la noche después de la activación del arco. Sugirieron que, además de la dosis preoperatoria, también debe administrarse para el control completo del dolor después de las citas de ortodoncia (Polat O y cols., 2005).

Farzanegan F y cols. compararon la eficacia del ibuprofeno, las obleas de mordida viscoelásticas y la masticación de chicle en la reducción del dolor durante la ortodoncia. Realizaron un ensayo clínico aleatorizado de 50 niñas entre las edades de 13 y 18 años clasificadas en 5 grupos de 10 cada uno: placebo, ibuprofeno (400 mg), chicle, oblea blanda y oblea dura. Los pacientes en cada grupo probaron uno de estos métodos tras la colocación de los arcos iniciales y cada 8 horas se veía si experimentaban dolor. La percepción del dolor fue registrada por los pacientes a las 2 horas, 6 horas, a la hora de acostarse, 24 horas, 2 días, 3 días y 7 días después de la colocación del arco, utilizando una escala analógica visual. Hubo diferencias significativas en la percepción del dolor, pudiendo concluir que tanto el chicle como las obleas son efectivas para la reducción del dolor en pacientes de ortodoncia y pueden recomendarse como adecuados sustitutos del ibuprofeno (Farzanegan F y cols., 2012).

***a) COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS QUE EVALÚAN DIFERENTES PAUTAS DE TRATAMIENTO ANALGÉSICO Y/O ANTIINFLAMATORIO EN EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA***

Revisando la literatura podemos encontrar numerosos trabajos que evalúan la acción de tratamientos analgésicos y/o antiinflamatorios frente a la respuesta dolorosa que describen los pacientes durante el tratamiento de ortodoncia. El dolor aumenta en proporción a la cantidad de fuerza aplicada a los dientes, y el tipo de aparato de ortodoncia utilizado. Se ha demostrado que el dolor durante el tratamiento de ortodoncia suele ser el motivo más común de las personas que desean interrumpir el tratamiento, y ha sido clasificado como el peor aspecto del tratamiento.

Aunque se han investigado los métodos farmacológicos de alivio del dolor, sigue habiendo cierta incertidumbre entre los ortodoncistas sobre qué analgésicos son los más adecuados y si la analgesia preventiva es beneficiosa (Monk AB., 2017).

En 1994, Ngan PW y cols. tuvieron como objetivo de su estudio determinar si los agentes antiinflamatorios no esteroideos, como la aspirina o el ibuprofeno, que inhiben la síntesis de prostaglandinas mediante la acetilación e inactivación de la enzima ciclooxigenasa, pueden suprimir el malestar ortodóncico, al inhibir la respuesta inflamatoria normalmente observada después de los ajustes ortodóncicos. Un total de 77 pacientes se incluyeron en una evaluación de eficacia analgésica a doble ciego, aleatorizada, paralela, controlada con placebo, de dosis única de ibuprofeno y aspirina. Los pacientes fueron divididos en tres grupos. El grupo A recibió una dosis del medicamento ibuprofeno (400 mg), el grupo B recibió aspirina (650 mg) y el grupo C recibió un placebo (beta-lactosa). El nivel de incomodidad se evaluó utilizando una escala analógica visual a las 2, 6 y 24 horas y a los 2, 3 y 7 días después de la inserción de separadores de ortodoncia o un

arco de alambre inicial. En cuanto a los resultados, mostraron que el grupo placebo tenía significativamente más incomodidad que el grupo de ibuprofeno o aspirina en todos los intervalos de tiempo evaluados. Concluyeron que el ibuprofeno posee mayor eficacia analgésica en comparación con el ácido acetilsalicílico (Ngan PW y cols., 1994).

En 2005, Polat O y cols. compararon el efecto analgésico preoperatorio del ibuprofeno y del naproxeno. La muestra de 60 pacientes fue dividida en tres grupos experimentales de 20 pacientes cada uno. Un grupo placebo, el segundo grupo 400 mg de ibuprofeno y el tercer grupo 550 mg de naproxeno; recibieron una dosis que se administró una hora antes de la colocación del arco. Analizaron el nivel de dolor experimentado por los pacientes en una escala visual analógica. La incidencia y la severidad del dolor fueron registradas por cada paciente a las 2 y 6 horas, por la noche el día de la cita, 24 horas después de la cita y 2, 3 y 7 días después de la cita. Los resultados revelaron que los pacientes que tomaron 550 mg de naproxeno sódico una hora antes de la colocación del arco, tuvieron niveles significativamente más bajos de dolor a las 2 horas, 6 horas y la noche después del ajuste del arco, que los pacientes que toman placebo o ibuprofeno. Sin embargo, observaron que tras las primeras 24 horas iniciales, una única dosis preoperatoria de analgésico, resultaba ineficaz en el control y disminución del dolor; por lo tanto, los autores recomiendan pautar también dosis post operatorias (Polat O y cols., 2005).

Este mismo autor, en el mismo año realizó otro estudio comparando mayor número de fármacos. Este estudio prospectivo evalúa comparativamente los efectos analgésicos de los fármacos antiinflamatorios no esteroideos para el control del dolor en 150 pacientes que llevaban tratamiento de ortodoncia fijo. La muestra fue dividida en 6 grupos: un grupo placebo, grupo ibuprofeno, grupo flurbiprofeno, grupo paracetamol, grupo naproxeno y grupo ácido acetilsalicílico. La evaluación del dolor se llevó a cabo en diferentes etapas de la alineación mediante una escala analógica visual durante siete días. Concluyeron que todos los analgésicos tuvieron éxito en la disminución de los niveles de dolor, en comparación con el grupo placebo administrados preoperatoriamente. Sin embargo, naproxeno sódico y la aspirina mostraron los valores de dolor más bajos, y el grupo paracetamol mostró resultados más altos de dolor, pero estos fueron estadísticamente insignificantes. Los clínicos deben considerar los efectos secundarios de los analgésicos y antiinflamatorios a la hora de elegir y pautar el fármaco (Polat O y cols., 2005)

En 2009, Salmasian R y cols. probaron la efectividad del ibuprofeno versus paracetamol en el control de la incomodidad después de la colocación de la ortodoncia y la activación del arco. Un total de 60 pacientes (edades, 12-18 años) sometidos a un tratamiento fijo de ortodoncia fueron asignados aleatoriamente a 1 de 3 grupos experimentales: 600 mg de paracetamol, 400 mg de ibuprofeno y un grupo placebo. Todos los sujetos fueron instruidos para tomar los medicamentos

por vía oral en los horarios prescritos después de la aplicación inicial y colocación de arco. El nivel de incomodidad y dolor de cada paciente se evaluó inmediatamente después de la colocación; a las 3, 7, 19, 24, 31 y 48 horas; y a los 3, 4 y 7 días. Los resultados indicaron que el nivel máximo de dolor fue a las 19 horas, después de la colocación y las diferencias en los puntajes entre los 3 grupos no fueron estadísticamente significativos entre los tres grupos de estudio (Salmassian R y cols., 2009).

Ousehal L y cols. compararon el efecto del ibuprofeno y el paracetamol en el dolor durante el tratamiento de ortodoncia. Una muestra de 56 pacientes fue dividida en 2 grupos: el grupo A de 27 pacientes recibió ibuprofeno (Nofene)- 2 tabletas de 300 mg / día durante 5 días-, y el grupo B de 29 pacientes recibió paracetamol (Doliprane)- 4 tabletas de 500 mg / día durante 7 días. El nivel de dolor se evaluó utilizando la escala analógica visual a las 2 h, 6 h, 24 h, 2 d, 3 d y 7 d después de la inserción del primer arco. Los resultados mostraron que no hay una diferencia significativa entre el ibuprofeno y el paracetamol para el control del dolor ortodóntico, excepto durante las primeras 2 horas después de la colocación del arco, que es ligeramente superior al paracetamol en comparación con el ibuprofeno. La comparación por edad y sexo mostró que no había una diferencia significativa. Por lo tanto, podemos concluir que el paracetamol y el ibuprofeno son analgésicos de elección en la lucha contra el dolor relacionado con el tratamiento de ortodoncia (Ousehal L y cols., 2009).

Xiaoting L y cols. realizaron un metaanálisis para comparar el uso del ibuprofeno, acetaminofén y aspirina para controlar el dolor durante el tratamiento de ortodoncia. El ibuprofeno tenía un efecto de control del dolor a las 6 horas y 24 horas después de la colocación del arco, en comparación con el grupo placebo. No hubo diferencia en el control del dolor entre el ibuprofeno, acetaminofén y aspirina. La terapia con láser de bajo nivel también alivió el dolor. Pudieron concluir que los analgésicos siguen siendo la principal modalidad de tratamiento para reducir el dolor de ortodoncia a pesar de sus efectos secundarios (Xiaoting L y cols., 2010).

En 2014, Gupta M y cols. evaluaron la eficacia analgésica comparativa de los fármacos antiinflamatorios no esteroideos para controlar el dolor en pacientes con tratamiento de ortodoncia fija. Un total de 45 pacientes a punto de someterse a un tratamiento de ortodoncia fija participaron en este estudio de doble ciego. Los pacientes se distribuyeron aleatoriamente a uno de tres grupos de la siguiente manera: grupo paracetamol (acetaminofén 500 mg), grupo placebo y grupo etoricoxib 60 mg una vez al día. La administración del fármaco comenzó 1 hora antes de iniciar el tratamiento y se administró hasta el día 3. El dolor percibido fue registrado por los pacientes en una escala analógica visual lineal y graduada a intervalos de 2 y 6 horas (esa misma noche), 24 horas más tarde (la segunda noche), 48 horas después de la cita y el tercer día por la noche. Los

resultados revelaron que el dolor moderadamente intenso se asociaba con el tratamiento de ortodoncia de rutina y que la cantidad de dolor que perciben los individuos varía ampliamente. Observaron diferencias estadísticamente significativas en el control del dolor entre los tres grupos y que el etoricoxib 60 mg resultó ser el más eficaz (Gupta M y cols., 2014).

En 2016, Fang J y cols., en su metaanálisis, evaluaron la influencia de algunos AINE de uso frecuente durante los tratamientos de ortodoncia. Realizaron una revisión de la literatura identificando varios estudios relevantes hasta agosto de 2014. Comparando el uso del celecoxib, acetaminofeno y aspirina. En cuanto a los resultados, encontraron que el celecoxib no inhibió el movimiento dental excepto a mediano plazo en un uso (2-3 semanas). El acetaminofén tampoco inhibió el movimiento dental excepto con el uso a largo plazo (> 1 mes); sin embargo, encontraron que la aspirina sí inhibía el movimiento dental. Por tanto, concluyeron que a corto plazo el celecoxib y el paracetamol aliviaban el dolor de ortodoncia sin inhibir el movimiento dental (Fang J y cols., 2016).

En 2016, Sandhu SS y cols., en su metanálisis, compararon la efectividad de diversas terapias empleadas para el alivio del dolor durante el tratamiento de ortodoncia. Estudiaron los resultados de 24 ensayos controlados aleatorios (2.273 participantes, 997 varones, 1.276 mujeres, edad media, 18,2 años, SD, 4,4 años). Concluyeron que los analgésicos y los láseres son efectivos en la gestión de dolor de ortodoncia en su intensidad máxima. Se requieren más investigaciones para mejorar la calidad de la evidencia, especialmente para intervenciones analgésicas (Sandhu SS y cols., 2016).

En 2017, Monk AB y cols. realizaron una revisión bibliográfica para evaluar y resumir la evidencia internacional relacionada con la efectividad de los analgésicos, para prevenir efectos secundarios no deseados asociados con el tratamiento de ortodoncia. Los objetivos de esta revisión fueron determinar:

- La efectividad de las intervenciones farmacológicas para el alivio del dolor durante el tratamiento de ortodoncia.
- Si hay una diferencia en el efecto analgésico proporcionado por los diferentes tipos, formas y dosis de analgesia tomadas durante el tratamiento de ortodoncia.

Encontraron resultados de que los analgésicos reducen el dolor de forma efectiva después del tratamiento de ortodoncia, en comparación con ningún tratamiento o un placebo a las 2, 6 y 24 horas. No se encontraron pruebas de una diferencia en la eficacia entre los AINE y el paracetamol a las 2, 6 o 24 horas. Sugirieron que el ibuprofeno preventivo proporcionaba un mejor alivio del dolor a las 2 horas, que el ibuprofeno administrado después del tratamiento. Sin embargo, la diferencia ya no fue significativa a las 6 o 24 horas.

Un solo estudio de 48 participantes comparó los AINE tópicos versus el anestésico local y no mostró evidencia de una diferencia en la efectividad de las intervenciones (evidencia de muy baja calidad). No se encontró evidencia de una diferencia entre los grupos con probabilidad de requerir analgesia de rescate cuando se tomó ibuprofeno de forma preventiva, en comparación a cuando se tomó después del tratamiento (Monk AB y cols., 2017).

Los efectos adversos se identificaron en un estudio, con un participante que desarrolló una erupción que requirió tratamiento con antihistamínicos y que fue diagnosticado como una hipersensibilidad al paracetamol (Monk AB y cols., 2017).

Por tanto, las conclusiones de estos autores fueron que los analgésicos son más efectivos para reducir el dolor después del tratamiento de ortodoncia que el placebo o ningún tratamiento. Evidencia de baja calidad no muestra una diferencia en la efectividad entre los AINE sistémicos en comparación con el paracetamol o los AINE tópicos. Se necesita más investigación de alta calidad para investigar estas comparaciones y evaluar el tratamiento preventivo versus el post-tratamiento en la administración de analgésicos (Monk AB y cols., 2017).

**Tabla 6. Comparativa en el estudio del dolor en aparatología fija tras la administración de antiinflamatorios y/o analgésicos**

<b>AUTOR</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>TIPOS DE BRACKETS</b>	<b>GRUPO ESTUDIO</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
<b>Ngan PW y cols., 1994</b>	77 pacientes	Brackets convencionales	Grupo ibuprofeno (400 mg) Grupo ácido acetilsalicílico (650 mg) Grupo placebo	El ibuprofeno disminuye más el dolor que el ácido acetilsalicílico.
<b>Polat O y cols.,<sup>(2)</sup> 2005</b>	60 pacientes	Brackets convencionales	Grupo placebo (n=20) Grupo ibuprofeno 400 mg (n=20) Grupo naproxeno 550 mg (n=20)	El naproxeno tiene mayor eficacia analgésica que el ibuprofeno.
<b>Polat O. y cols.,<sup>(1)</sup> 2005</b>	150 pacientes	Brackets convencionales	Grupo placebo (n=25) Grupo ibuprofeno (400 mg) (n=25) Grupo flurbiprofeno (100 mg) (n=25) Grupo paracetamol (500 mg) (n=25) Grupo naproxeno (550 mg) (n=25) Grupo ácido acetilsalicílico (300 mg) (n=25)	Todos los analgésicos tuvieron éxito en la disminución de los niveles de dolor en comparación con el grupo placebo administrado preoperatoriamente. Sin embargo, naproxeno sódico y la aspirina mostraron los valores de dolor más bajos, y el grupo paracetamol mostró resultados más altos de dolor pero estos fueron estadísticamente insignificantes.
<b>Salmassian R y cols., 2009</b>	60 pacientes	Brackets convencionales	Grupo paracetamol (600 mg) (n=20) Grupo ibuprofeno (400 mg) (n=20) Grupo placebo (n=20)	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.
<b>Ousehal y cols., 2009</b>	56 pacientes	Brackets convencionales	Grupo ibuprofeno 300 mg (n=27) Grupo paracetamol 500 mg (n=29)	No hay una diferencia significativa entre el ibuprofeno y el paracetamol para el control del dolor ortodóntico, excepto las

				primeras 2 horas después de la colocación del arco, que el dolor es ligeramente superior en el grupo de paracetamol.
<b>Gupta M y cols., 2014</b>	45 pacientes	Brackets convencionales	Grupo paracetamol 500 mg (n=15) Grupo placebo (n=15) Grupo etoricoxib 60 mg (n=15)	Etoricoxib 60 mg es más eficaz que el paracetamol para controlar el dolor durante el tratamiento de ortodoncia.

### **2.9.8.2. TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO**

Los agentes anestésicos tópicos son ampliamente usados en odontología general, debido a su capacidad de producir acción anestésica a nivel superficial de los tejidos blandos orales y no penetran en tejido óseo. Su uso es eficaz durante la colocación de dispositivos de anclaje temporal ortodóncicos.

Keim RG y cols., en 2004, describieron el uso del gel anestésico 'oraqix', que es una combinación de lidocaína y prilocaína. Evaluaron la eficacia de este gel en procedimientos como la colocación de bandas, ligaduras y remoción de bandas y brackets. Concluyendo que la ventaja de este sistema es su sencillo método, simplemente se introduce el gel en el surco gingival y el procedimiento es completamente indoloro, siendo una buena alternativa.

Kwong TS y cols., en 2011, evaluaron la eficacia analgésica de diversos agentes anestésicos tópicos durante la colocación y cementación de aparatología fija ortodóncica. Concluyeron que la acción anestésica comenzó su efecto en un tiempo medio de aproximadamente cinco minutos.

En 2016, Eslamian L y cols. compararon la eficacia analgésica de un gel de benzocaína al 5 %, frente a un gel que actuaba como placebo en las citas de activación del tratamiento de ortodoncia. En su estudio concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas en la reducción del nivel del dolor entre los diferentes grupos de estudio. En ambos grupos observan que la intensidad del dolor fue significativamente menor a las 2 horas, a las 6 horas y a las 24 horas, en comparación con el dolor que experimentan los pacientes a los días 2, 3 y 7 días (Eslamian L y cols., 2016).

Informes anecdóticos sobre otras técnicas encontradas en la literatura para el manejo del dolor ortodóncico incluyen:

- Estimulación vibratoria: aunque en un análisis detallado se encontró que la mayoría de los pacientes no podían tolerar las vibraciones, una vez que la incomodidad se establece. Esto llevó a la recomendación de que, si se emplea, debe usarse antes inicio del dolor (Marie SS y cols., 2003).
- Estimulación eléctrica del nervio (TENS) (Lim HM y cols., 1995).
- Aplicación de láser de bajo nivel (Lim HM y cols., 1995).

El dolor y la incomodidad de la mucosa oral también se puede experimentar como resultado del trauma de los aparatos ortodóncicos y su fricción con el tejido de la mucosa. Actualmente, los ortodoncistas tienen pocos remedios para prevenir o aliviar la irritación de la mucosa, únicamente la administración de cera para cubrir los brackets como medida profiláctica.

Kluemper GT y cols. determinaron la eficacia de una cera de ortodoncia que contenía benzocaína que se libera con el tiempo de una manera controlada. Este ensayo clínico aleatorizado, prospectivo y doble ciego, comparó las respuestas de 70 pacientes a la cera con benzocaína y sin benzocaína. Los resultados del estudio indicaron que el perfil de dolor del grupo que recibió la cera que contenía benzocaína, tenía niveles de dolor significativamente más bajos que el grupo que utilizó cera sin benzocaína (Kluemper GT., 2002).

Bartlett y cols. examinaron los efectos de una llamada telefónica estructurada después de la colocación de un aparato de ortodoncia. Para ello estudiaron el comportamiento de 150 pacientes que fueron asignados aleatoriamente a 1 de 3 grupos y emparejados por edad, sexo y etnia. Los sujetos completaron cuestionarios de referencia para evaluar sus niveles de dolor y ansiedad antes del tratamiento de ortodoncia. Después de los arcos iniciales todos los sujetos, completaron el cuestionario de dolor y el inventario de ansiedad estatal a la misma hora todos los días durante una semana (Bartlett BW y cols., 2005).

Un grupo también recibió una llamada telefónica estructurada que demuestra cuidado y tranquilidad; el segundo grupo recibió una llamada telefónica de solo atención, agradeciéndoles por participar en el estudio y el tercer grupo sirvió como control. Ambos grupos a los que se les realizó la llamada telefónica informaron significativamente menor dolor y ansiedad que el grupo control; sin embargo, no hubo diferencias entre los dos grupos a los que se les realizaron las llamadas. Por tanto, una llamada telefónica puede reducir el dolor y ansiedad reportado por los pacientes (Bartlett BW y cols., 2005).

En numerosos estudios científicos diversos autores concluyen que la música proporciona una disminución en el nivel de estrés de los pacientes frente a los tratamientos dentales (Miranda F 2005; Davila JM y cols., 1986).

En 2013, Xu X y cols. concluyeron que el escuchar música ayuda a aliviar el dolor durante el tratamiento de ortodoncia. El dolor percibido por ellos era más intenso en pacientes femeninos que masculinos. La música es más eficaz en los pacientes con personalidad extravertida en comparación con los pacientes con una personalidad introvertida, y es más eficaz en los pacientes psicológicamente estables.

En 2013, Keith DJ y cols. también determinaron que un mensaje de texto podía reducir los niveles de dolor y ansiedad después de la colocación inicial de aparatos de ortodoncia. Se realizó el estudio con 39 pacientes. Este estudio concluyó que un mensaje de texto enviado desde la clínica de ortodoncia después de la colocación inicial del dispositivo de ortodoncia, daba lugar a un nivel inferior de dolor y una disminución de la ansiedad por parte del paciente.

En 2016, Huang R y cols. evaluaron los efectos analgésicos de escuchar música compuesto por señales individuales de electroencefalograma, para aliviar el dolor de ortodoncia, en comparación con la terapia cognitiva conductual. Concluyendo que la música es eficaz para el control del dolor en ortodoncia, posiblemente a través de la restauración de la conectividad funcional y regularidad cerebral influenciada por el dolor.

En la actualidad, la evidencia científica acerca de la eficacia analgésica y antiinflamatoria de la acupuntura sobre los tratamientos dentales y su empleo en ortodoncia es escasa (Rosted P., 2000).

Los escasos trabajos publicados sobre la aplicación de acupuntura en ortodoncia analizan muestras de estudio pequeñas y la mayoría de los trabajos no se trata de estudios aleatorizados y controlados.

Otro método que también ha sido estudiado para el control del dolor ha sido el uso del láser, ya que este disminuye los niveles de prostaglandinas, en particular de la prostaglandina E<sub>2</sub>. También influye en la circulación periodontal, aumentando la oxigenación de las células periodontales y la eliminación de los productos nocivos celulares (Singer LD., 2013; Fujiyama K y cols., 2008).

El uso del láser durante el tratamiento de ortodoncia puede reducir la experiencia dolorosa (Turhani D y cols., 2006). Además, hay estudios que indican que la terapia láser puede aumentar el movimiento de los dientes al aumentar la remodelación del hueso alveolar (Yousef M y cols., 2008; Qamruddin I y cols., 2016) y sin embargo, otros concluyen que la terapia láser disminuye los efectos del dolor pero no afecta al movimiento dental (Fujiyama K y cols., en 2008).

La terapia con láser de bajo nivel (LLLT) (Low-level laser therapy) se ha desarrollado como una nueva tecnología para el tratamiento del control del dolor. LLLT se define como un tratamiento con láser en el que la producción de energía es lo suficientemente baja como para evitar que la temperatura del tejido tratado supere los 36,5 ° C (Lim HM y cols., 1995). Comparado con los AINEs, LLLT tiene muchas ventajas, ensayos clínicos han confirmado que LLLT podría retrasar la aparición del dolor y reducir los puntajes de la intensidad y duración del dolor (Turhani D y cols., 2006).

Todas estas ventajas podrían hacer que LLLT tenga una mayor tasa de satisfacción del paciente que los AINEs. Sin embargo, todavía falta evidencia clínica para respaldar la eficacia de LLLT. Sería indispensable una revisión en profundidad para evaluar la eficacia del LLLT en el manejo del dolor en ortodoncia.

Harazaki M y cols., en 1997, usaron la terapia láser y evaluaron la aparición del dolor en base a una escala de cinco puntos: la proporción de pacientes que experimentan dolor severo, el nivel de dolor desde el principio y el día en que el dolor desapareció. El porcentaje de participantes

que informa dolor severo en la activación del dispositivo fue ligeramente menor en el grupo de intervención que en el grupo placebo.

En 2006, Turhani D y cols., contaron con 76 participantes, para evaluar la efectividad de LLLT e informaron que menos participantes experimentaron dolor a las 6 y 30 horas, aunque no se observó ningún efecto a las 54 horas.

En 2008, Fujiyama K y cols. querían probar la hipótesis de que no hay diferencia en el dolor asociado con la ortodoncia después de la aplicación de irradiación con láser de CO<sub>2</sub> local a los dientes involucrados. Para ello colocaron módulos de separación en los contactos distales de primeros molares superiores en 90 pacientes en este estudio a simple ciego. En 60 de estos pacientes (42 mujeres y 18 varones; edad promedio 19,22 años) esto fue seguido inmediatamente por terapia con láser. Los otros 30 (18 mujeres y 12 varones, con una edad media de 18,8 años) no recibieron irradiación láser activa. En los resultados se observaron reducciones significativas del dolor con el tratamiento con láser, desde inmediatamente después de la inserción de separadores hasta el día 4, pero no se encontraron diferencias con el lado del control no irradiado observado a partir de entonces. No se contempló ninguna diferencia significativa en la cantidad de movimiento del diente entre el grupo irradiado y no irradiado. Por tanto, rechazaron la hipótesis, ya que los resultados obtenidos sugieren que la irradiación con láser de CO<sub>2</sub> local reduce el dolor asociado con la aplicación de la fuerza de ortodoncia sin interferir con el movimiento del diente.

En 2013, Kim WT y cols., realizaron un estudio con 88 participantes que fueron asignados aleatoriamente a: un grupo láser, un grupo de láser de diodo (grupo placebo) y un grupo control. Concluyeron que el LLLT disminuyó la percepción del dolor a un nivel no significativo a lo largo de la semana después de la colocación del separador, en comparación con la percepción del dolor en el placebo y el grupo control. Por lo tanto, LLLT podría ser un método efectivo para reducir el dolor en ortodoncia.

En 2016, Desphande P y cols. realizaron un estudio de 30 pacientes con tratamiento de ortodoncia, los categorizaron en 3 grupos con 10 sujetos en cada grupo (grupo de intervención, grupo placebo y grupo control). Comprobando que la terapia láser reducía el dolor y la intensidad del dolor en pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia.

También en 2016, Qamruddin I y cols. evaluaron el efecto de la irradiación láser de bajo nivel y el dolor asociado con el movimiento de los dientes durante el tratamiento de ortodoncia. Los pacientes experimentaban menos dolor cuando eran tratados con láser y además se aceleraba el movimiento dental.

La mayor parte de estudios coinciden en que la terapia láser reduce el dolor durante el tratamiento de ortodoncia y sólo algunos confirman que también se acelera el movimiento dental. Sin embargo, en una revisión sistemática Li FJ y cols. concluyeron que se precisan más estudios y de mayor calidad científica para evaluar la eficacia analgésica del empleo del láser para tratar el dolor durante el tratamiento de ortodoncia (Li FJ y cols., 2014). Resultados similares obtienen Ren C y cols. en una revisión sistemática y un meta-análisis (Ren C y cols., 2015).

Otra de las terapias para reducir el nivel del dolor en ortodoncia es la aplicación de vibración a nivel dentario y periodontal. Las raíces de los dientes están rodeadas por el ligamento periodontal (PDL) que conecta los dientes con el hueso. La estimulación vibratoria puede aumentar la vascularización y limitar la isquemia después de la colocación de aparatos de ortodoncia mediante la activación de fibras nerviosas sensoriales de gran diámetro. Esta terapia se realiza mediante un dispositivo que el paciente muerde durante períodos cortos (generalmente alrededor de 20 minutos) diariamente. Hay evidencia limitada para apoyar su efectividad clínica (Sonesson M y cols., en 2016).

Woodhouse NR y cols., en 2015, realizaron un ensayo prospectivo aleatorizado para evaluar el efecto de la fuerza vibratoria suplementaria en dolor de ortodoncia durante la alineación con aparatos fijos, descrito por 81 pacientes durante una semana con el uso de un dispositivo vibratorio intraoral 20 minutos al día (AcceleDent). Sus resultados concluyen que el dispositivo vibratorio AcceleDent no tuvo un efecto significativo en el dolor durante los inicios del tratamiento de ortodoncia (Miles P y cols., 2012) llegaron a esta misma conclusión.

La teoría detrás del uso de obleas de mordida y chicle son análogas a esta técnica de dispositivo vibratorio. También ha sido sugerido para reducir el dolor, tras la activación del arco en el tratamiento de ortodoncia, masticar chicle durante las primeras horas. La masticación alivia la constante presión que se produce durante el tratamiento de ortodoncia y temporalmente restaura el flujo vascular y linfático. Esto puede prevenir o aliviar la inflamación aguda y el edema causado por fuerzas de ortodoncia (Proffit WR y cols., 2000).

Hwang JY y cols., en 1994, evaluaron el efecto de las obleas de terabita para reducir el dolor. Observaron alivio de dolor en la mayoría de los pacientes (56 %), pero el resto de los pacientes informaron mayor incomodidad después de masticarlo.

La relación entre la supresión del dolor tras masticar chicle y neuronas serotoninérgicas (5-HT) implicadas en la transmisión nociceptiva ha sido reportado por Mohri Y y cols., 2005; informaron que masticar suprime las respuestas nociceptivas a través de la vía inhibidora serotoninérgica (5-HT) -descendiente.

Otro motivo de dolor durante el tratamiento de ortodoncia es el momento de la retirada de los brackets. Bavbek NC y cols., que evaluaron el dolor que experimentan los pacientes a la hora de descementar los brackets empleando tres sistemas distintos para aliviar las molestias. El primer sistema se basa en aplicar presión manual con los dedos sobre los brackets a la hora de descementarlos. El segundo sistema consiste en descementar el bracket ejerciendo presión con una plancha de acrílico. Y el tercer sistema se basa en descementar los brackets de manera convencional explicando a los pacientes que durante ese procedimiento no van a experimentar dolor. Observaron que las pacientes femeninas reportaron mayores niveles de dolor en comparación con los pacientes masculinos. Concluyeron que los pacientes a los cuales se les descementaron los brackets aplicando presión manual con los dedos, reportaron menores niveles de dolor (Bavbek NC y cols., en 2016).

Pithon MM y cols., en 2015, evaluaron el dolor que ocasiona la descementación de los brackets empleando varios sistemas. El uso del alicate de corte recto causó las mayores molestias en los pacientes

Los hallazgos generales indican que los analgésicos siguen siendo la modalidad de tratamiento principal para reducir el dolor ortodóncico. Recientes investigaciones sobre su uso preventivo, así como la concentración en aquellos agentes que no implican la síntesis de PGE y la liberación son prometedoras. Sin embargo, las acciones farmacológicas, así como sus efectos secundarios, deben identificarse antes de prescribir estos medicamentos en la práctica clínica de rutina (Krishnan V y cols., 2007).

## **2.10.- CALIDAD DE VIDA**

La calidad de vida se puede definir como “la sensación de una persona de bienestar que surge de la satisfacción o insatisfacción con las áreas de la vida que son importantes para él / ella” (Becke M y cols., 1993). No es un concepto nuevo. Thorndike emprendió el trabajo en 1939. Se trata de un área en rápida expansión con más de 1000 nuevos artículos indexados cada año bajo el título 'calidad de vida' (Muldoon MF y cols., 1998).

Gran parte del tratamiento de ortodoncia que se lleva a cabo se justifica sobre la base de mejorar la calidad de vida relacionada con la salud. Con esto en mente, estudiar la CVRS en pacientes ortodóncicos tiene el potencial de proporcionar información sobre las necesidades y los resultados del tratamiento y también puede facilitar una mejor atención. Los clínicos deben por lo

tanto tener en cuenta algunas de las formas en que se puede evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (Cunningham SJ y cols., 2001).

En la calidad de vida relacionada con la salud hay una serie de dominios que deben ser considerados. Por ejemplo, Spilker propuso los siguientes dominios (Spilker B., 1996):

1. Estado físico
2. Estado psicológico y bienestar
3. Interacciones sociales
4. Estado y factores económicos y / o vocacionales

En los últimos años se han desarrollado y validado diferentes herramientas para evaluar la calidad de vida en relación a la salud oral: entrevista directa; entrevista telefónica; autocompletar cuestionarios; o respondedores sustitutos, si el individuo no puede responder las preguntas por sí mismo por algún motivo (Guyatt GH y cols., 1993). El método más popular es, casi sin excepción, el cuestionario completado por el paciente.

Entre los índices de calidad de vida oral más destacados se encuentran:

**SIDD:** Social Impact of Dental Disease. Desarrollada a principios de la década de 1980 fue uno de los primeros indicadores sociodentales. Se centraron en los aspectos principales de salud de una persona: lo físico, lo social y lo psicológico, estas tres perspectivas fueron adoptadas para construir el SIDD. Por tanto, fue desarrollado como un componente más amplio, como un modelo socio-dental de enfermedad dental. Las medidas de impacto dental utilizadas representaron un intento inicial de incorporar medidas de impacto en las medidas de salud bucodental. El impacto de las enfermedades dentales se desarrolló en base a cinco categorías de impacto: restricciones de alimentación, restricciones de comunicación, dolor, malestar e insatisfacción estética. El dolor y la incomodidad fueron distinguidos como diferentes entre sí. La puntuación para cada individuo se construyó a partir de respuestas a preguntas relacionadas con estas cinco categorías. El SIDD debe ser considerado como un indicador básico de impacto. (Cushing AM y cols., 1986)

**DIDL:** Dental Impacts on Daily Living. Este índice analiza los problemas psicosociales relacionados con la calidad de vida según su condición oral. Dado que existen vínculos importantes entre la calidad de vida y el estado clínico oral, los impactos significativos deben utilizarse para evaluar las necesidades. El índice DIDL desarrollado por Leao en 1995, tiene acceso a cada dimensión de impacto y una única puntuación total, lo que hace que los resultados sean más relevantes. Analiza cinco dimensiones de la calidad de vida: confort, apariencia, dolor, conformidad y restricciones alimentarias (Leao A y cols., 1995).

**OHIP:** Oral Health Impact Profile. Escala tipo Likert, mide en siete dimensiones los efectos adversos o negativos en el desarrollo de actividades diarias. Las dimensiones que estudia son: limitación funcional, dolor físico, malestar psicológico, discapacidad física, discapacidad

psicológica, discapacidad social, desventajas. Fue descrito por Slade GD y cols., 1994. Según la revisión realizada por Segura Cardona A y cols. en 2017, es el índice más utilizado por los investigadores cuando analizaban la enfermedad periodontal (50% de estudios).

En 1997, Slade presenta un estudio donde demuestra que OHIP14 (variante de 14 preguntas) es igual de válido y preciso que el OHIP-49 (versión original de 49 preguntas) (Slade GD., 1997). En 2009, Montero y cols. realizaron un estudio para validar el uso de OHIP 14 sobre la población española. Llegaron a la conclusión que el OHIP-14 es un instrumento válido y preciso para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud oral en la población adulta española (Montero J y cols., 2009).

**OHQoL-UK:** escala tipo Likert, mide aspectos positivos y negativos del impacto de la salud oral en **CVRSO**. Dimensiones que estudia: los síntomas, aspectos físicos, aspectos psicológicos, aspectos sociales (Segura Cardona A y cols., 2017).

**OHRQL:** escala tipo Likert, mide aspectos positivos y negativos de la relación entre la salud oral y **CVRSO**. Dimensiones que estudia: dolor, resequedad bucal, función al comer y masticar, función al hablar, función social, función psicológica y percepción de salud (Segura Cardona A y cols., 2017).

**OIDP:** Oral Impacts on Daily Performance (Impactos Orales en la Actividad Diaria). Escala tipo Likert. Fue descrito en 1996 por Adulyanon S y cols. Este índice evalúa funciones diarias como: comer, hablar, limpieza dental, actividades físicas ligeras, salidas, relajarse, dormir, sonreír, funciones laborales, estabilidad emocional e interacción social (Adulyanon S y cols., 1996).

**CS-OIDP:** variación del **OIDP**, evalúa específicamente una causa específica relacionada con el tipo de impacto producido en la **CVRSO** (Segura Cardona A y cols., 2017).

**GOHAI:** una medida diseñada para evaluar los problemas de salud bucal de los adultos mayores. Fue desarrollada en 1990 por Atchison KA y cols. La medición tiene cinco funciones: descripción, cribado, evaluación, seguimiento y predicción. Es un instrumento descriptivo que permite establecer conocimientos sobre los adultos mayores a lo largo de los parámetros seleccionados. Desafortunadamente, las enfermedades dentales rara vez se consideran en términos de su impacto en la función del paciente, Tal medida facilitaría la estimación de la prevalencia de problemas funcionales bucales en adultos mayores y nos proporciona un medio rentable de recopilar dichos datos. También nos puede proporcionar un medio para comprar la efectividad de varias modalidades de tratamiento dental en adultos (Atchison KA y cols., 1990).

**SF-36:** cuestionario que va a medir y valorar la salud y el bienestar funcional. Útil para comparar poblaciones generales y específicas, valorar la carga de una enfermedad y la efectividad

de un tratamiento. Consta de ocho apartados: salud física (10 preguntas), limitación funcional por problemas físicos (4 preguntas), funcionamiento social (2 preguntas), limitaciones por problemas emocionales (3 preguntas), salud mental (5 preguntas) y una última pregunta sobre el cambio percibido durante el último mes. Se valora de 0 (situación peor) a 100 (situación mejor) y se calcula según el número de puntos obtenidos (Lai T-T. y cols., 2017) (Tseng HM y cols., 2003).

### **2.10.1 INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO EN LA CALIDAD DE VIDA ORAL**

En la literatura científica los estudios publicados sobre el impacto en la calidad de vida oral de los pacientes en tratamiento con ortodoncia son escasos en la actualidad. La mayoría de los estudios publicados describen resultados obtenidos durante los primeros siete días de iniciarse el tratamiento. Son escasos los trabajos que evalúan la calidad de vida oral a partir de la primera semana de tratamiento.

Varios estudios como el de Feldmann I y cols. (2007) sobre la calidad de vida en pacientes con ortodoncia, otorgaron buenos resultados en todos los dominios y en etapas finales del tratamiento pero queda constancia de cómo los pacientes presentan incomodidad, dolor, irritabilidad, dificultad para pronunciar palabras, empeoramiento del gusto, etc. El estudio fue realizado a las 24 horas de colocar el aparato de ortodoncia.

La mayoría de los estudios concluyen que el malestar es mayor en las primeras etapas de tratamiento con dolor con un impacto en la calidad de vida y cómo en etapas más avanzadas va mejorando. En la primera etapa de tratamiento son muchos los pacientes que tienen que recurrir a terapia farmacológica para aliviar los dolores, pero posteriormente dejan de consumir analgésicos.

Los hallazgos proporcionan información importante para ortodoncistas como informar a los pacientes antes del tratamiento de ortodoncia que pueden experimentar un deterioro temporal en su calidad de vida (Lai T-T y cols., 2017). También deben recordar regularmente a los pacientes, las mejoras que se obtendrían al arreglar la maloclusión y cómo se debe mostrar al paciente las mejorías y los resultados de éxito (Lena y cols., 2017).

En 1989, Ngan P y cols. realizaron un estudio para determinar la percepción de incomodidad a lo largo del tiempo por un grupo de 65 pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia. Los pacientes completaron los cuestionarios antes de la colocación de la ortodoncia y después de la colocación a las 4 horas, 24 horas y 7 días. Los resultados mostraron un aumento significativo en el nivel de incomodidad después de la inserción del arco a las 4 horas y 24 horas,

pero no a los 7 días. No se encontraron diferencias significativas en el nivel de incomodidad ni en la edad ni en el sexo.

En 2011, Ong E y cols. concluyeron en su estudio que no se encuentran diferencias en la incomodidad del paciente en cuanto a la utilización de diferentes secuencias de arcos en las primeras etapas de alineación, hasta llegar a las secuencias de trabajo. Sin embargo, otros autores sí encuentran mayor incomodidad según aumenta el diámetro del arco. No hay evidencia de que el nivel de incomodidad esté asociado al género, apiñamiento inicial o edad (Krishnan V., 2007).

En 2004, De Oliveira y cols. evaluaron que los pacientes que habían completado el tratamiento de ortodoncia tenían menores niveles de impacto en su calidad de vida relacionada con la salud oral. Realizaron un estudio transversal de 1.675 adolescentes seleccionados al azar entre 15 y 16 años que fueron examinados clínicamente utilizando el índice de necesidad de tratamiento ortodóncico (IOTN). Los efectos orales sobre el rendimiento diario (OIDP) y la versión abreviada de la Salud bucodental Impacts Profile (OHIP-14) se utilizaron para evaluar los impactos relacionados con la salud oral de los adolescentes. Concluyeron que los adolescentes que habían completado el tratamiento de ortodoncia tenían una mejor calidad de vida relacionada con la salud oral, que aquellos que actualmente estaban bajo tratamiento o aquellos que nunca tuvieron tratamiento.

En 2008, Bernabé E y cols. realizaron un estudio con 1.657 estudiantes, de 15 a 16 años seleccionados al azar. Solo aquellos que usaban ortodoncia en el momento de la encuesta fueron incluidos. Se realizaron encuestas utilizando el impacto oral en las actuaciones diarias (OIDP). Los adolescentes también fueron clínicamente examinados para evaluar el tipo de aparato de ortodoncia que usaban. Comparaciones, por tipo de aparatos de ortodoncia y covariables, se realizaron mediante pruebas estadísticas no paramétricas. Trescientos cincuenta y siete adolescentes (36,1 % niños y 63,9 % niñas) sometidos a ortodoncia. Concluyeron que los impactos en la calidad de vida fueron más altos entre los adolescentes que usan fija en lugar de removible o una combinación de fijo y removible. Esta información podría ayudar a informar a los pacientes sobre la frecuencia e intensidad de los impactos sociodentales durante el curso de su tratamiento.

En 2009, Taylor KR y cols. estudiaron si la maloclusión y el tratamiento de ortodoncia influía en la calidad de vida oral y general del paciente. Para ello estudiaron 293 pacientes de entre 11-14 años; dividiendo la muestra en 3 grupos: a) pacientes que requerían ortodoncia, b) pacientes que requieren ortodoncia y habían realizado anteriormente un tratamiento interceptivo, c) pacientes que requieren ortodoncia pero no lo iban a realizar. Concluyeron que las maloclusiones y el tratamiento de ortodoncia no parecen afectar a la calidad de vida general y oral de forma

cuantificable, a pesar de la evidencia subjetiva y objetiva de mejor apariencia, función oral, salud y bienestar social.

En 2010, Hassan AH y cols. evaluaron el efecto de las diferentes necesidades de tratamiento de ortodoncia en la calidad de vida relacionada con la salud de los adultos jóvenes. La muestra del estudio comprendió 366 adultos jóvenes (153 hombres, 213 mujeres con un rango de edad de 21-25 años). El tratamiento de ortodoncia afectó significativamente al dolor en la boca, autoconciencia, tensión, vergüenza, irritabilidad y satisfacción con la vida en ambos sexos. La necesidad de un tratamiento ortodóncico afectó significativamente al gusto y la relajación, tanto en hombres como en mujeres. Por tanto, se concluye que el impacto de la maloclusión en la salud oral está relacionada con calidad de vida de los adultos.

En 2010, Chen M y cols. analizaron el impacto en la calidad de vida oral en pacientes chinos durante el tratamiento de ortodoncia antes de iniciarlo (T0), a la primera semana tras el inicio del tratamiento (T1), al mes (T2), a los tres meses (T3), a los seis meses (T4) y tras finalizar el tratamiento (T5) de un total de 250 pacientes. La terapia con aparatos de ortodoncia fija sí afectó a la calidad de vida, sobre todo durante el primer mes de tratamiento. La incomodidad sobre todo se registró con dolor físico, incomodidad psicológica y discapacidad física y esta mejoró al terminar el tratamiento de ortodoncia.

En 2010, Gazit Rappaport T y cols. emplearon el cuestionario (PIDAQ) donde se valoraba el impacto psicosocial en la estética dental. Para ello, se estudió una muestra de 69 pacientes con una edad media de 33,4 años, seleccionados de forma prospectiva y aleatorizada. Se concluye que el tratamiento de ortodoncia mejoró la estética del paciente, lo que produjo un incremento en su calidad de vida durante el periodo estudiado. La mejoría estética y el nuevo nivel de confianza que se adquiere tras el tratamiento de ortodoncia, se refleja en un comportamiento social más relajado y la capacidad de sonreír sin las dudas anteriores (De la Iglesia F y cols, 2010).

En 2011, Liu Z y cols. estudiaron los cambios en la calidad de vida relacionada con la salud oral entre adultos en tratamiento con ortodoncia fija. La muestra estudiada era de 232 pacientes adultos. Se evaluaron con 2 instrumentos estandarizados (OHIP-14 y OHQoL-UK) en cuatro periodos: antes del tratamiento, 6 meses después del tratamiento, 12 meses después y 18 meses después. Se concluye que el mayor deterioro de la calidad de vida oral, ocurre al principio del tratamiento, posteriormente se reduce e incluso termina mejorándose al final de tratamiento.

Mansor N y cols., en 2012, evaluaron los cambios en la calidad de vida oral en los pacientes a las 24 horas del inicio de tratamiento. Estudiaron 60 pacientes con edades comprendidas entre 14 y 24 años utilizando el cuestionario (OHIP-16) antes del tratamiento y 24 horas después del tratamiento. Se encontraron cambios como dificultades para masticar, mal aliento, dificultades para pronunciar, incomodidad en comer, úlceras, dolor, dificultades para la higiene oral,

vergüenza, evitar sonreír, sueño perturbado, afectación de la concentración, dificultad para realizar actividades diarias y falta de confianza en sí mismo. Pudiendo concluir que la calidad de vida oral empeora 24 horas después de la inserción de aparatos de ortodoncia fijos en casi todos los dominios, con cambios significativos mayores en el género femenino. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de edad analizados.

Así mismo, Manjith CM y cols., en 2012, en una muestra de 200 pacientes (100 hombre y 100 mujeres) de edades entre 11 y 15 años, también concluyeron que el tratamiento de ortodoncia tuvo un impacto en la calidad de vida mayor cuanto más compleja era la maloclusión.

En 2013, Kazaz RC y cols. evaluaron el impacto psicológico en la elección del tipo de ortodoncia, analizando una muestra de 68 pacientes adultos divididos en tres grupos: 28 ortodoncia vestibular, 19 ortodoncia lingual y 21 alineadores. Antes del tratamiento, los participantes completaron el Resumen Inventario de Síntomas para evaluar los síntomas de angustia mental y la Escala de Vulnerabilidad Narcisista. Durante la primera semana después de la colocación de la ortodoncia y a los 14 días, los pacientes completaron un cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud para evaluar su percepción de dolor y cuatro áreas de disfunción. Concluyeron que las personas con ansiedad tienden a preferir los dispositivos de ortodoncia lingual y transparente. Por otro lado, la ortodoncia vestibular permite un mayor impacto de los rasgos de personalidad en la capacidad de adaptación.

En 2013, Feu D y cols. evaluaron los cambios en la calidad de vida relacionada con la salud oral, en niños sometidos a tratamiento fijo de ortodoncia y lo compararon con el de dos grupos que no recibieron tratamiento. Participaron en el estudio 284 sujetos de 12-15 años en un periodo de seguimiento de 2 años; 87 estaban en tratamiento en una clínica universitaria (TG), 101 estaban esperando tratamiento en esta clínica (WG) y 96 asistían a una escuela pública y nunca habían solicitado tratamiento (SG). La calidad de vida se evaluó utilizando el perfil de impacto de salud oral (OHIP-14). Todos los sujetos fueron examinados y se entrevistaron al inicio (T1), 1 año después (T2) y 2 años después (T3). Se concluyó que el tratamiento de ortodoncia resultó una mejora significativa de la calidad de vida oral después de 2 años.

En 2018, Johal A y cols. evaluaron el dolor y el impacto en la calidad de vida oral de pacientes en tratamiento con ortodoncia desde su inicio hasta los tres primeros meses. Realizaron estudios al inicio del tratamiento, a las seis semanas y a los tres meses. Como en la mayoría de los estudios de este tipo, pudieron concluir que el mayor impacto en la calidad de vida y el mayor dolor se da durante las primeras etapas de tratamiento. Durante esta etapa aproximadamente la mitad de los pacientes tuvo que consumir analgésicos.

En 2014, Zhou Y y cols. estudiaron a 50 pacientes divididos en dos grupos: un grupo con brackets convencionales y otro con brackets de autoligables. Se les realizó el cuestionario OHIP-14 a la semana de comenzar el tratamiento, al mes, a los tres meses y al finalizar el tratamiento. Concluyeron que el tipo de ortodoncia no influye en los impactos de la calidad de vida oral de los pacientes, aunque estos fueron mayores en el grupo de pacientes con brackets convencionales.

También en 2014, Othman SA y cols. realizaron un ensayo clínico controlado aleatorio comparando la calidad de vida relacionada con la salud oral (OHRQoL) de los pacientes tratados con brackets convencionales, autoligado activo (ASL) y autoligado pasivo (PSL) en diferentes fases terapéuticas. Sesenta pacientes (con una edad media de 18,3 años; 29 hombres y 31 mujeres) que requirieron tratamiento de ortodoncia fueron asignados de forma aleatoria a los tres grupos: brackets convencionales (Serie de Victoria), ASL (In-Ovation R) o PSL (Damon 3MX). Los datos fueron analizados con las pruebas de Kruskal-Wallis y chi-cuadrado. La primera fase de activación tuvo impactos similares en los grupos. Después de la segunda activación, el grupo convencional mostró más impactos inmediatos, mientras que los grupos de PSL y ASL tuvieron más impactos tardíos. Los dominios comúnmente afectados fueron "discapacidad física", "limitación funcional", "dolor físico" y "malestar psicológico". No se observaron diferencias significativas en la prevalencia y la gravedad de los impactos inmediatos y tardíos en la OHRQoL de los pacientes en ninguna fase terapéutica. Concluyeron que ningún sistema de brackets parece asegurar una OHRQoL superior.

En 2015, Andiappan y cols. realizaron una búsqueda sistemática de la literatura inglesa usando Medline y PubMed. Todos los estudios fueron observacionales y utilizaron uno de los tres diseños de estudio: 11 compararon el mismo grupo antes y después del tratamiento (diseño pre y post), 10 grupos comparados con y sin maloclusión (independiente diseño de grupos) y cuatro compararon un grupo tratado con ortodoncia con un grupo independiente que requiere tratamiento (diseño de grupos no tratados). Este metaanálisis reveló que las puntuaciones de OHIP-14 fueron significativamente más bajas después de recibir el tratamiento ortodóncico y en individuos sin maloclusión/tratamiento de ortodoncia.

También en 2016, Kragtl L y cols. realizaron una revisión sistemática de literatura sobre la asociación entre maloclusiones y calidad de vida oral relacionada con la salud. Se identificaron estudios relevantes en Pubmed, Embase, Cochrane, Google Scholar y otras bases de datos. Todos los pacientes con maloclusiones o con necesidad de tratamiento de ortodoncia y OHRQOL en niños fueron incluidos. Concluyendo que los niños perciben un pequeño impacto de maloclusiones en la calidad de vida y que esta se modifica por la edad y el ambiente cultural.

En 2017, Lai T-T y cols. compararon el tratamiento de brackets convencionales y de autoligado para determinar qué tratamiento proporcionará una mejor calidad de vida relacionada

con la salud oral. Realizaron un ensayo clínico aleatorizado prospectivo, compuesto por dos conjuntos de cuestionarios (SF-36T) y (OHIP-14T), relativo a la CVRS y al OHRQoL. En el estudio participaron un total de 88 pacientes con maloclusión que cumplía con los criterios de inclusión y exclusión del Departamento de Ortodoncia de Mackay Memorial Hospital de junio de 2010 a noviembre de 2011. Todos los pacientes habían completado un seguimiento mínimo de 1 semana y 1 mes. Los resultados de este ensayo clínico aleatorizado no apoyan la hipótesis principal de este estudio. SLB (Damon Q) no se muestra estadísticamente superiores a CB (OPA-K) en mejorar la CVRS en pacientes con maloclusión durante el tratamiento inicial de ortodoncia.

Hay estudios como el de Delaie K., y cols. (2018) que investigaron la relación entre la gravedad de la maloclusión y la calidad de vida relacionada con la salud oral en pacientes que buscaban tratamiento de ortodoncia. Este estudio resaltó la importancia de la evaluación individual de pacientes ortodoncia

Existen dos artículos publicados recientemente en 2020 que comparan diferentes técnicas de ortodoncia en referencia al dolor y la calidad de vida en pacientes portadores de ortodoncia. En el primero comparan Brackets convencionales con la baja fricción aplicando un agente reductor de la fricción (orthospeed), concluyendo que los pacientes perciben menor dolor e impacto en su calidad de vida en el grupo tratado con orthospeed (Curto A y cols. 2020). En el segundo compara técnica vestibular, lingual y alineadores, concluyendo que lo grupos que perciben menor dolor e impacto en la calidad de vida fueron los tratados con lingual y alineadores (Antonio-Zancajo L y cols. 2020).

Por tanto, tras haber realizado una revisión de la literatura, la mayoría de los estudios concluyen que la calidad de vida tiene un peor impacto en las primeras etapas de tratamiento, y en algunas ocasiones los pacientes recurren a tratamiento con analgésicos. En la mayoría de los estudios no hay diferencias significativas entre el sexo y la edad.

**Tabla 7. Comparativa de estudios que evalúan la influencia en la calidad de vida oral con diferentes sistemas de brackets**

AUTOR	MUESTRA	EDAD	SEXO	CUESTIONARIO	TIPO DE BRACKETS	GRUPOS	EVALUACIÓN	SEGUIMIENTO	CONCLUSIONES
<b>Ngan P y cols., 1989</b>	65	10.5-38	42 mujeres 23 hombres	Encuestas	Brackets convencionales	Grupo único	T0=antes tratamiento T1= 4 horas T2= 24 horas T3= 7 días	7 días	En las primeras etapas hay un mayor deterioro de la calidad de vida. No hay diferencias de sexo ni edad.
<b>Taylor KR y cols., 2009</b>	293	11-14 años	Aprox. 50% sexo masculino – 50% sexo femenino			A pacientes que van a iniciar el tratamiento de ortodoncia B=pacientes que necesitan 2ª fase C=pacientes que necesitan ortodoncia pero no lo pondrán.			MO y el tratamiento de ortodoncia no parecen afectar la calidad de vida de forma cuantificable.
<b>Chen M y cols., 2010</b>	222	15.7 edad media		OHIP-14	Brackets convencionales	Grupo único	T0=inicio T1=primera semana T2=primer mes T3=3 meses T4=seis meses T5=finalización tratamiento	14 semanas	Mayor impacto en la calidad de vida oral en el primer mes.
<b>Gazit-Rappaport T y cols., 2010</b>	69	33,4 años de media		PIDAQ	Brackets linguales y vestibulares	No se especifica	Antes de finalizar el tratamiento de ortodoncia.		El tratamiento de ortodoncia mejoró su calidad de vida durante el periodo estudiado
<b>Liu Z y cols., 2011</b>	232	Edad media de 20 años	146 mujere 86 hombres	OHIP-14 OHQoL-UK	Brackets convencionales		T0= antes de tto T1=6 meses de tto T2= 12 meses postt T3= 18 meses postto		En las primeras fases de tratamiento hay un mayor deterioro de la calidad de vida.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL DOLOR OROFACIAL Y CALIDAD DE VIDA UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ORTODONCIA: BRACKETS CONVENCIONALES, BRACKETS DE AUTOLIGADO Y BRACKETS DE BAJA FRICCIÓN

<b>Mansor N y cols., 2012</b>	60 pacientes	14-24	29 hombres y 31 mujeres	OHIP-14	Brackets convencionales	Grupo único	T0= preortodoncia T1= primeras 24 horas	24 horas	Las mujeres presentan mayor impacto que los hombres. No existen diferencias estadísticamente significativas según la edad.
<b>Kazaz RC y cols., 2013</b>	68				Breackets convencionales Brackets linguales Alineadores	n=28 (ortodoncia vestibular) n=19 (ortodoncia lingual) n=21 alineadores	T0= 1ª semana T1= 14 días		Las personas con ansiedad tienden a preferir los dispositivos de ortodoncia lingual y transparente.
<b>Feu D y cols., 2013</b>	284	12-15 años		OHIP-14	Brackets convencionales	n=87 pacientes con ortodoncia n=101 esperando tto ortodoncia n=96 no llevarán ortodoncia	T0= inicio T1=1 año T2= 2 años	2 años	El tratamiento de ortodoncia fija mejoró significativamente la calidad de vida después de 2 años.
<b>Zhou Y y cols., 2014</b>	150	No específica	No específica	OHIP-14	Brackets convencionales (CL brackets) Brackets de autoligado (Damon)	Brackets convencionales (n=75) Brackets autoligado (n=75)	T0=primera semana T1=primer mes T2=3 meses T3=6 meses T4=al terminar el tratamiento	Todo el tratamiento	No existen diferencias estadísticamente significativas. Peor impacto en el grupo de brackets convencionales.
<b>Othman SA y cols., 2014</b>	60	14-24	No específica	OHIP-16	Brackets convencionales (Victory) Brackets de autoligado activo (In-Ovation R) Brackets de autoligado pasivo (Damon)	Grupo brackets convencionales (n=20) Grupo brackets autoligado activo (n=20) Grupo brackets autoligado pasivo (n=20)	T0=inicio T1=pre adhesión brackets T2=post adhesión brackets T3=post primera activación T4=pre segunda activación T5=post segunda activación T6=pre tercera activación	8 semanas	No existen diferencias estadísticamente significativas.

<b>Lai T-T y cols., 2017</b>	88	12-40		SF-36T  OHIP-14T	Brackets convencionales(OP A- K) vs brackets autoligables (Damon Q)	Grupo brackets convencionales (n=44) y grupo brackets autoligables (n=44)	T0= una semana T1= 1 mes		No diferencias estadísticamente significativas durante el tratamiento inicial de ortodoncia. La medida de evaluación de salud oral (OHIP-14T) demostró ser superior a la mediciones de evaluación (SF-36T) en la detección de OHRQoL.
<b>Curto A y cols., 2020</b>	90	12-35	35 hombre y 55 mujeres	OHIP-14T VAS (Escala visual analógica)	Brackets convencionales(Victory Series®, 3M, USA) vs brackets baja fricción (Synergy®, Rocky Mountain Orthodontics) Orthospeed®.	Grupo brackets convencionales (n=30) y grupo brackets baja fricción (n=30) y baja fricción con agente reductor de la fricción (Orthospeed®)	T1= 4 horas T2= 8 horas T3= 24 horas T4= 2 día T5= 3 día T6= 4 día T7= 5 día T8= 6 día T9= 7 día	1 mes	El dolor fue mayor y un mayor impacto en la calidad de vida en el grupo de brackets convencionales siendo el grupo tratado con Orthospeed en que obtuvo mejores resultados.
<b>Antonio-Zancajo L cols., 2020</b>	120	18-40	54 hombre y 66 mujeres	OHIP-14T VAS (Escala visual analógica)	Brackets convencionales(Victory Series®, 3M, USA) vs brackets baja fricción (Synergy®, Rocky Mountain Orthodontics), Brackets linguales STB (STB® from Ormco, Orange,	Grupo brackets convencionales (n=30) y grupo brackets baja fricción (n=30) . Grupo Lingual (n=30). Grupo Alinedores (n=30).	T1= 4 horas T2= 8 horas T3= 24 horas T4= 2 día T5= 3 día T6= 4 día T7= 5 día T8= 6 día T9= 7 día	1 mes	El dolor fue mayor y un mayor impacto en la calidad de vida en el grupo de brackets convencionales siendo el grupo tratado con ortodoncia lingual y alienadores los que tiene menores valores de dolor e impacto en la calidad de vida.

					California, USA), Alineadores (Invisalign).				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

# **JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**



# 3. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

## 3.1.-JUSTIFICACIÓN

A día de hoy, hasta nuestro conocimiento no hay estudios que analicen conjuntamente el dolor (tipo, intensidad, localización) que experimentan los pacientes y el impacto en su calidad de vida oral entre brackets convencionales, brackets autoligables y brackets convencionales de baja fricción. La mayoría de los estudios publicados que comparan brackets de baja fricción Sinergy son *in vitro* y analizan la fricción y la fuerza, comparándola con brackets convencionales y autoligables. En cambio, sí hay más estudios *in vivo* de brackets autoligables.

La novedad por tanto que aparece en esta tesis se basa en la realización de un ensayo clínico aleatorizado que compara *in vivo* un sistema de brackets convencionales frente a dos sistemas de brackets: autoligado y baja fricción. Con el objetivo de poder analizar el dolor que refieren los pacientes con los 3 sistemas de brackets (intensidad, tipo, localización, etc.), así como el impacto de calidad de vida que describen los mismos.

## 3.2.-HIPÓTESIS

### HIPÓTESIS

La hipótesis de este proyecto es comparar las diferencias que existen en cuanto al dolor orofacial y calidad de vida, entre diferentes sistemas de aparatología fija multibrackets: baja fricción y autoligado con respecto al convencional.

#### **Hipótesis nula**

No existen diferencias en cuanto al dolor orofacial y calidad de vida en pacientes portadores de brackets de baja fricción y autoligado en comparación con los convencionales.

#### **Hipótesis alternativa**

Existen diferencias en cuanto al dolor orofacial y calidad de vida en pacientes portadores de brackets de baja fricción y autoligado en comparación con los convencionales.

### **3.3.-OBJETIVOS**

- 1.- Comparar y analizar el dolor en la escala visual analógica entre brackets convencionales, autoligables y de baja fricción.
- 2.- Comparar el comportamiento del dolor y el pico máximo en los tres grupos de estudio.
- 3.-Analizar los grupos estudiados y cuales registran los valores mayores de dolor.
- 4.- Valorar y analizar la localización del dolor en los diferentes grupos de estudio.
- 5.-Analizar el impacto en la calidad oral comparativamente entre las tres técnicas de ortodoncia: brackets convencionales, autoligables y de baja fricción.

# **MATERIAL Y MÉTODO**



## 4.MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Es un estudio ensayo clínico aleatorizado formado por una muestra inicial de 110 pacientes candidatos a recibir tratamiento ortodóncico. Para determinar el tamaño de la muestra se tuvieron en cuenta otros estudios realizados anteriormente descritos en la literatura (Mansor N y cols., 2012), (Othman SA y cols., 2014), (Curto A y cols., 2020), (Antonio- Zancajo L y cols., 2020). Sin embargo, con un margen de error de un 5% y un intervalo de confianza de 95% se determinó que el tamaño óptimo de la muestra era de 110 pacientes, incluida una tasa de abandono del 10%. En este estudio 20 pacientes fuera excluidos por no seguir los criterios de inclusión, por lo tanto, la muestra final fue de 90 pacientes. Los pacientes se asignaron a uno u otro grupo de manera aleatoria con un programa online dividiéndolos en tres grupos (<http://www.randomizer.org/form.htm>). Además, los pacientes estaban ciegos o enmascarados respecto al sistema de brackets que portaba. La muestra está dividida en tres grupos (cada grupo formado por 30 pacientes). Todos los pacientes fueron entre tercer y cuarto trimestre de 2020 en clínicas dentales privadas en 2020, por dos operadores pero el mismo protocolo clínico (Figura 39).

El primer grupo (GC) está formado por pacientes con aparatología fija multibrackets de tipo convencional (Diamond plus®, Cimbis Orthodontics, Madrid, España) con slot de 0.022” técnica MBT, que será el grupo control. El segundo grupo (GA) está formado por pacientes con brackets autoligables (Bio-smile®, Cimbis Orthodontics, Madrid, España) con slot 0.022” técnica MBT y el tercer grupo (GS) está formado por pacientes con aparatología fija de brackets de baja fricción (Synergy - Rocky Mountain Orthodontics, Denver, CO, USA) con slot de 0.022” técnica Roth.

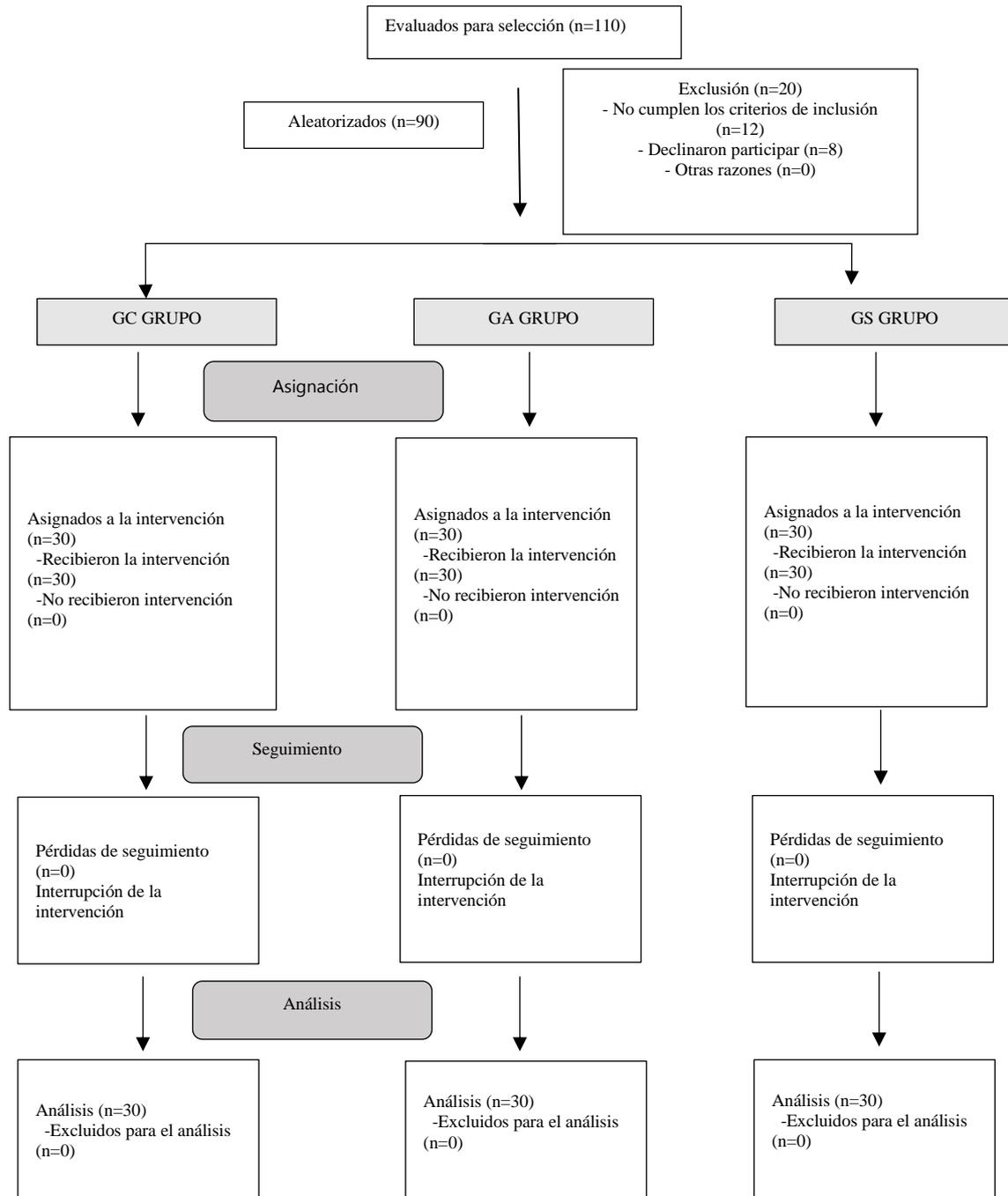


Figura 39. Diagrama de flujo para ensayos clínicos aleatorios (CONSORT, 2010): Consolidated Standards of Reporting Trials).

El estudio se realizó acorde a los estándares éticos de la Declaración de Helsinki para estudios biomédicos y el proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca (USAL\_20/516) (Anexo I).

Antes de comenzar el tratamiento ortodóncico se explicó a los pacientes de manera verbal y por escrito el protocolo de tratamiento y su inclusión de manera opcional y desinteresada en este estudio. Una vez que el paciente o su padre, madre o tutor legal (en caso de tratarse de pacientes menores de edad) ofrecen su consentimiento escrito (Anexo II) se comenzó con su tratamiento.

Los criterios de inclusión de los pacientes en este proyecto fueron los siguientes:

- Pacientes sin tratamiento previo de ortodoncia.
- Pacientes con dentición permanente (edades entre 14-45 años).
- Pacientes con discrepancia óseo-dentaria negativa (tooth size–arch length discrepancy (TSALD), entre -2,5 y -6,5.
- Clase I ósea o clase II y III leves (ANB 1 y 5).

Los pacientes que presentan algunos de los siguientes criterios fueron excluidos del estudio:

- Pacientes con dificultades físicas o psíquicas importantes.
- Pacientes con necesidad de tratamiento ortodóncico-quirúrgico.
- Pacientes con necesidad de exodoncias y casos de discrepancias muy severas.
- Pacientes bajo medicación que influya en el dolor ya sea a nivel molecular o psicológico.
- Pacientes con malformaciones severas.
- Pacientes con aparatología ortodóncica auxiliar.

## 4.2. PROTOCOLO CLÍNICO

### PRIMERA CITA:

Antes de comenzar el tratamiento ortodóncico se realiza una evaluación periodontal de todos los pacientes. Se clasificó el biotipo periodontal en fino, medio y grueso (Olsson M y cols., 1991). También se evaluó la presencia de patología gingival y/o periodontal, clasificando a los pacientes en periodonto sano, presencia de gingivitis o presencia de periodontitis (Caton JG y cols., 2018). Los pacientes que comenzaron el tratamiento empezaron con estado correcto de salud periodontal, sin sangrado ni problemas periodontales.

En una primera cita se llevó a cabo la cementación de los brackets superiores e inferiores desde los segundos premolares de un cuadrante, hasta los premolares del cuadrante contralateral, cementando tubos en los primeros y segundos molares. Para la cementación de los brackets se siguió el protocolo convencional de cementación directa de brackets. Primero se cementan los brackets superiores y después los brackets inferiores. Se procede al secado de la superficie vestibular de los dientes. Se aplicó ácido ortofosfórico al 37% durante 30 segundos en cada cara vestibular dental (Total Echt - Ivoclar Vivadent). Tras aplicar el ácido, este se aspira y se aplica el adhesivo fotopolimerizable (Primer Transbond - 3MEspe, USA) durante 10 segundos y se polimeriza 10 segundos con lámpara LED (Bluephase - Ivoclar Vivadent). Tras colocar el adhesivo se cementa cada bracket con resina (Transbond - 3M, Espe, USA) y se fotopolimeriza durante 20 segundos cada bracket. Tras colocar los brackets superiores e inferiores se coloca un arco inicial de níquel titanio superelástico de 0.014'' (Nitinol - 3M, USA) y este se liga al arco mediante ligaduras metálicas de 0.010'' (Cimbis Orthodontics, Madrid, Spain).

Tras la colocación inicial de los brackets se ofrece a los pacientes las indicaciones y recomendaciones que deben seguir durante el tratamiento de ortodoncia. Se explicó a todos los pacientes cómo deben de completar los cuestionarios que se les suministran. También se facilitó a los pacientes asistencia telefónica para resolver sus dudas durante el periodo de estudio y para completar los cuestionarios propuestos.

En el cuestionario del dolor (Anexo III) que se facilitó a cada paciente, estos deben indicar el dolor experimentado a las cuatro horas tras iniciar el tratamiento de ortodoncia (T1), a las ocho horas (T2), a las veinticuatro horas (T3), a los dos días (T4), a los tres días (T5), a los cuatro días (T6), a los cinco días (T7), a los seis días (T8), a los siete días (T9) y a partir del séptimo día (T10).

En cada momento temporal de evaluación los pacientes deben describir en una escala visual analógica de diez centímetros el nivel de dolor que experimentan por el tratamiento. Uno de los extremos de la escala visual analógica se corresponde con la "ausencia de dolor" y el otro extremo se corresponde con "máximo dolor posible". La escala visual analógica es un método sencillo y simple de medición de la intensidad del dolor que experimentan los pacientes.

Además de completar la escala visual analógica, deben indicar el tipo de dolor que ellos perciben y la gravedad del mismo. En el cuestionario se describen quince tipos de dolor: dolor tipo pulsátil, dolor tipo disparo, dolor tipo punzante, dolor tipo agudo, dolor tipo cólico, dolor tipo perforante, dolor tipo quemante, dolor tipo sordo, dolor tipo pesado, dolor tipo sensible, dolor tipo terrible, dolor tipo agotador, dolor tipo nauseoso, dolor tipo espantoso y dolor tipo cruel. Dentro de estos diferentes tipos de dolor deben indicar si perciben el dolor como leve, moderado o intenso.

También deben de indicar la localización del dolor dental diferenciando varias regiones dentales orales: región biarcada posterior, región biarcada anterior, región maxilar posterior,

región maxilar anterior, región mandibular posterior y región mandibular anterior. Mediante un esquema facial deben especificar si experimentan dolor facial muscular y a qué nivel maxilofacial. Al final del cuestionario los pacientes deben de indicar si han consumido algún analgésico y/o antiinflamatorio para disminuir su dolor durante el periodo de siete días de evaluación.

Una vez que transcurren los siete primeros días tras el inicio del tratamiento ortodóncico, se recopilan los cuestionarios de todos los pacientes. El segundo formulario que se facilita a los pacientes es el cuestionario de calidad de vida oral OHIP-14 versión española, (anexo IV). Este cuestionario lo rellenan los pacientes al mes de iniciar su tratamiento. El índice OHIP (*Oral Health Impact Profile*) es un instrumento para evaluar el impacto de la salud bucodental sobre la calidad de vida de los pacientes. El OHIP presenta la capacidad de evaluar la frecuencia con que un sujeto sufre dificultades para realizar determinadas funciones o actividades diarias como consecuencia de trastornos orales. Estos índices no evalúan aspectos positivos. El índice OHIP-14 está compuesto por catorce preguntas y la versión española es la que emplearemos en este estudio. Evalúa siete dimensiones: limitación de la función, dolor físico, aflicción psicológica, discapacidad física, discapacidad social y discapacidad. Cada dimensión evaluada consta de dos preguntas. Las 14 situaciones que se describen en el cuestionario son: problemas al pronunciar correctamente, sensación de mal sabor, sensación de molestia o dolor, incomodidad a la hora de comer, timidez, preocupación, insatisfacción con la alimentación que lleva, interrupción de comidas, tensión o ansiedad, vergüenza o lástima, susceptibilidad o irritabilidad con los demás, alteración de sus tareas u ocupaciones habituales, sensación de tener una vida menos satisfactoria y; por último, totalmente incapaz de llevar una vida normal. Y cada pregunta de cinco respuestas posibles (nunca, rara vez, ocasionalmente, bastantes veces y muchas veces) (Montero-Martín J y cols., 2009).

En este cuestionario, se preguntó a los participantes con qué frecuencia habían experimentado impacto con respecto a cada uno de los 14 ítems, y las respuestas se establecieron en una escala Likert de 5 puntos (0 = nunca, 1 = casi nunca, 2 = ocasionalmente, 3 = bastante a menudo, 4 = muy a menudo). Este instrumento se dividió conceptualmente en siete subescalas (limitación funcional, dolor físico, malestar psicológico, discapacidad física, discapacidad psicológica, discapacidad social y minusvalía). La puntuación total del OHIP-14 puede oscilar entre 0 y 56, y las puntuaciones de los dominios entre 0 y 8. Las puntuaciones más altas del OHIP-14 indican una peor calidad de vida relacionada con la salud bucodental y las más bajas, una mejor (Montero J y cols., 2011).

Tras completar los pacientes este segundo cuestionario de calidad de vida oral se procede al análisis estadístico de los datos obtenidos.

### **4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En relación a la descripción de la población estudiada se ha empleado la media y la desviación estándar. La distribución en la muestra de variables categóricas se ha expresado mediante el sumatorio de los pacientes y el porcentaje correspondiente. En relación a la descripción de las diferentes variables cuantitativas analizadas en el estudio, se ha empleado la prueba de ANOVA. Cuando la prueba de ANOVA resultó estadísticamente significativa, la comparación entre distintos grupos se realizó mediante la prueba post hoc de Bonferroni. La comparación de dos o más distribuciones en la muestra se realizó empleando el test de Chi cuadrado. Tras aplicar la prueba de ANOVA y el test de Chi cuadrado se consideró un p-valor por debajo de 0.05 ( $p < 0.05$ ) estadísticamente significativo. Valores del p -valor por debajo de 0.01 ( $p < 0.01$ ) se consideró un resultado altamente significativo. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa informático SPSS versión 20 (SPSS Inc. Chicago, Illinois).

# **RESULTADOS**



## 5.- RESULTADOS

### 5.1.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA

#### 5.1.1.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA DE LA MUESTRA

<b>Tabla 8. Descripción clínica y sociodemográfica de la muestra (n=90)</b>		
Variables		
Edad	<b>Media</b>	<b>sd</b>
	21.7	7.5
Sexo	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Hombres</b>	34	37.8
<b>Mujeres</b>	56	62.2
Salud periodontal		
<b>Sano</b>	79	87.8
<b>Gingivitis</b>	11	12.2
<b>Periodontitis</b>	0	0.0
Biotipo periodontal		
<b>Fino</b>	30	33.3
<b>Medio</b>	55	61.1
<b>Grueso</b>	5	5.6
Discrepancia óseo-dentaria	<b>N</b>	<b>Sd</b>
<b>DOD superior</b>	-3.7	1.5
<b>DOD inferior</b>	-3.8	1.3

El estudio consta de una muestra inicial de 110 pacientes quedando como resultado final 90 pacientes, 30 pacientes por cada grupo: brackets convencionales con slot 0.022” (GC), brackets autoligables con slot de 0.022” (GA) y un grupo de brackets Sinergy de 0.022” (GS).

Los pacientes que participaron en el estudio presentan una edad media de  $21,7 \pm 7,5$ . De los 90 pacientes un 37,8 % son hombres (n=34) y un 62,2 % son mujeres (n=56).

En cuanto a la salud periodontal de los pacientes previa al estudio, encontramos que la mayoría de los pacientes, concretamente un 87,8 % pertenecen al grupo de sanos (n=79) y que el 12,2 % presenta gingivitis (n=11). No hay ningún paciente que presente periodontitis. Antes de

empezar el tratamiento se trataron a los pacientes con gingivitis para comenzar con buen estado de salud oral.

El 61,1 % de los pacientes presenta un biotipo periodontal medio (n=55), un 33,3 % presenta un biotipo fino (n=30) y tan solo un 5,6 % presenta un biotipo grueso (n=5).

En la Tabla 8 también se analiza la discrepancia óseo-dentaria superior e inferior previa al tratamiento. Siendo en la arcada superior de  $-3,7 \pm 1,5$  y en la arcada inferior de  $-3,8 \pm 1,3$ .

### 5.1.2.- DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y SOCIODEMOGRÁFICA POR GRUPOS DE TRATAMIENTO

Tabla 9. Descripción clínica y sociodemográfica por grupos de tratamiento (n=90)							
		Convencional (GC) 0,022” (n=30; 25.0 %)		Autoligado (GA) 0,022” (n=30; 25.0 %)		Sinergy (GS) (n=30; 25 %)	
		Media	Sd.	Media	Sd.	Media	Sd.
<b>Edad</b>		20.4	5.9	22.7	7.2	22.1	9.2
		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>	Hombres	11	36.7	12	40.0	11	36.7
	Mujeres	19	63.3	18	60.0	19	63.3
<b>Biotipo Perio- dental</b>	Fino	4	13.3	5	16.7	21	70.0
	Medio	23	76.7	23	76.7	9	30.0
	Grueso	3	10.0	2	6.7	0	0.0
<b>Salud Perio- dental</b>	Sano	23	76.7	29	96.7	27	90.0
	Gingivitis	7	23.3	1	3.3	3	10.0
	Periodontitis	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Si analizamos la edad media por grupo, encontramos que la edad media más baja ( $20,4 \pm 5,9$  años) pertenece al grupo de brackets convencionales (GC), seguido del grupo Sinergy (GS) con una media de edad de ( $22,1 \pm 9,2$  años) y por último el grupo de brackets autoligables con una media de ( $22,7 \pm 7,2$  años).

En cuanto a los rangos de edad mínima y máxima, encontramos que la edad mínima de los participantes es de 14 años (tanto en el grupo de brackets convencionales como en el de autoligado y en el de Sinergy) y la edad máxima es de 44 años (grupo Sinergy). Los rangos de edad de cada grupo fueron: ortodoncia convencional de 14 a 35 años, grupo autoligado de 14 a 39 años y en el grupo Sinergy de 14 a 44 años. Se comprobó que no existen diferencias significativas entre los diferentes grupos en relación con la edad: ANOVA gl:2; F:0.8 y p-valor: 0.465.

Si analizamos el sexo de cada uno de los grupos, encontramos que la proporción de mujeres es superior al de los hombres en los tres grupos de estudio: en los pacientes de brackets convencionales (63,3 %), brackets autoligables (60 %) y brackets Sinergy (63,3 %). Tras aplicar la prueba de Chi cuadrado encontramos que no existen diferencias significativas en la distribución por sexo entre los grupos (Chi:0,1; gl:2; p=0.95).

En cuanto al biotipo periodontal, lo encontramos predominante en el grupo de convencional y de autoligado es el tipo medio (76,7 % en ambos grupos), seguido del fino (rango de 13,3 % en convencional y 16,7 % en autoligado) y del grueso (rango entre 10% de convencional y el 6,7 % en autoligado). En el grupo de baja fricción (Sinergy) sin embargo, el biotipo predominante es el fino con un (70%), seguido del biotipo medio (30%) y ningún participante del grupo Sinergy presenta biotipo grueso (0,0%). Tras aplicar la prueba del chi cuadrado se comprueba que existen diferencias altamente significativas entre los grupos: Chi:28,1; gl:4; p-valor: < 0.001.

En relación a la salud periodontal encontramos que en ninguno de los tres grupos de estudio hay pacientes con patología periodontal con pérdida ósea (periodontitis). En los tres grupos predominan los pacientes sanos (76,7 % convencional, 96,7 % autoligado y un 90 % Sinergy). Hay un grupo reducido que presenta gingivitis con rangos entre 23,3 % y el 3,3 %. Tras aplicar la prueba del Chi cuadrado se comprueba que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio Chi:5,8; gl:2; p-valor:0,055.

<b>Tabla 10. Distribución de la DOD por grupos de tratamiento (n=90)</b>						
	<b>Convencional (GC)</b>		<b>Autoligado (GA)</b>		<b>Sinergy (GS)</b>	
	<b>Media</b>	<b>sd</b>	<b>Media</b>	<b>sd</b>	<b>Media</b>	<b>sd</b>
<b>DOD SUPERIOR**</b>	-4.1 <sup>a</sup>	1.7	-4.0 <sup>a</sup>	1.4	-2.9 <sup>b</sup>	0.8
	ANOVA gl:2; F: 7.4; p-valor: 0.001					
<b>DOD INFERIOR**</b>	-4.5 <sup>a</sup>	1.2	-3.9 <sup>a</sup>	1.1	-2.8 <sup>b</sup>	1.0
	ANOVA gl:2; F:17.6; p-valor: <0.001					
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)						
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)						
a, b y c letras superíndices distintas en las filas señalan en qué grupos se dan las diferencias significativas con pruebas Post Hoc de Bonferroni.						

En cuanto al estudio de la DOD se observa que tanto en la DOD superior (p-valor: 0,001) como en la DOD inferior (p-valor: <0.001) existen diferencias estadísticamente significativas. En la DOD superior el grupo convencional (GC) presenta una discrepancia negativa mayor de  $-4,1 \pm 1,7$ ; seguido del grupo autoligado (GA)  $-4,0 \pm 1,4$  y por último del grupo Sinergy (GS)  $-2,9 \pm 0,8$ . En cuanto a la DOD inferior podemos observar que la discrepancia negativa sigue siendo mayor en el grupo convencional (GC)  $-4,5 \pm 1,2$ ; seguida del grupo autoligado (GA)  $-3,9 \pm 1,1$  y del grupo Sinergy (GS)  $-2,8 \pm 1,0$ . Por tanto, podemos concluir que tanto la DOD superior como la DOD inferior es más negativa en el grupo convencional, seguida del grupo autoligado y que el grupo que menos DOD negativa presenta es el grupo Sinergy. Sin embargo, tras analizar estos datos las diferencias numéricas no tienen una significación clínica relevante siendo grupos homogéneos y comparables a nivel de discrepancia óseo-dentaria.

## 5.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS NIVEL ORDINAL POR GRUPOS

Tabla 11. Comparación del dolor ordinal por grupos hasta las 24 horas (n=90)

		Convencional (GC)		Autoligado (GA)		Sinergy (GS)		Todos	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>T4 h</b> <b>(4 horas)**</b>	<b>No dolor</b>	16	53.3	12	40.0	5	16.7	33	36.7
	<b>Leve</b>	14	46.7	18	60.0	9	30.0	41	45.6
	<b>Moderado</b>	0	0.0	0	0.0	12	40.0	12	13.3
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	4	13.3	4	4.4
Chi: 40.6; gl:6; p-valor: < 0.001									
<b>T8 h</b> <b>(8 horas)**</b>	<b>No dolor</b>	5	16.7	6	20.0	5	16.7	16	17.8
	<b>Leve</b>	19	63.3	21	70.0	5	16.7	45	50.0
	<b>Moderado</b>	6	20.0	3	10.0	15	50.0	24	26.7
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	5	16.7	5	5.6
Chi: 30,0; gl:6; p-valor< 0.001									
<b>T24 h</b> <b>(24 días)</b>	<b>No dolor</b>	1	3.3	1	3.3	3	10.0	5	5.6
	<b>Leve</b>	16	53.3	16	53.3	9	30.0	41	45.6
	<b>Moderado</b>	13	43.3	12	40.0	14	46.7	39	43.3
	<b>Intenso</b>	0	0.0	1	3.3	4	13.3	5	5.6
Chi:9,3; gl:6; p-valor: 0.155									
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)									
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)									

**Tabla 12. Comparación del dolor ordinal por grupos hasta los 4 días (n=90)**

		Convencional (GC)		Autoligado (GA)		Sinergy (GS)		Todos	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>T2 d</b> <b>(2 días)**</b>	<b>No dolor</b>	1	3.3	0	0.0	4	13.3	5	5.6
	<b>Leve</b>	23	76.7	25	83.3	12	40.0	60	66.7
	<b>Moderado</b>	6	20.0	5	16.7	11	36.7	22	24.4
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	3	10.0	3	3.3
Chi:18.9; gl:6; p-valor: 0.004									
<b>T3 d</b> <b>(3 días)*</b>	<b>No dolor</b>	5	16.7	1	3.3	5	16.7	11	12.2
	<b>Leve</b>	20	66.7	25	83.3	14	46.7	59	65.6
	<b>Moderado</b>	5	16.7	4	13.3	8	26.7	17	18.9
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	3	10.0	3	3.3
Chi:13.5; gl:6;p-valor:0.035									
<b>T4 d</b> <b>(4 días)*</b>	<b>No dolor</b>	4	13.3	3	10.0	9	30.0	16	17.8
	<b>Leve</b>	23	76.7	24	80.0	12	40.0	59	65.6
	<b>Moderado</b>	3	10.0	3	10.0	7	23.3	13	14.4
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	2	6.7	2	2.2
Chi:14.8; gl:6;p-valor:0.021									
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)									
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)									

Tabla 13. Comparación del dolor ordinal por grupos hasta los 7 días (n=90)

		Convencional (GC)		Autoligado (GA)		Sinergy (GS)		Todos	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>T 5d</b> <b>(5 días)**</b>	<b>No dolor</b>	13	43.3	7	23.3	11	36.7	31	34.4
	<b>Leve</b>	15	50.0	21	70.0	9	30.0	45	50.0
	<b>Moderado</b>	2	6.7	2	6.7	7	23.3	11	12.2
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	3	10.0	3	3.3
Chi:17.1; gl:6; p-valor:0.009									
<b>T 6d</b> <b>(6 días)</b>	<b>No dolor</b>	18	60.0	17	56.7	15	50.0	50	55.6
	<b>Leve</b>	11	36.7	12	40.0	8	26.7	31	34.4
	<b>Moderado</b>	1	3.3	1	3.3	6	20.0	8	8.9
	<b>Intenso</b>	0	0	0	0	1	3.3	1	1.1
Chi:9.4 : gl:6 ; p-valor:0.154									
<b>T 7d</b> <b>(7 días)*</b>	<b>No dolor</b>	25	83.3	25	83.3	16	53.3	66	73.3
	<b>Leve</b>	5	16.7	5	16.7	10	33.3	20	22.2
	<b>Moderado</b>	0	0.0	0	0.0	3	10.0	3	3.3
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	1	3.3	1	1.1
Chi:12.9; gl:6; p-valor:0.044									
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)									
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)									

**Tabla 14. Comparación del dolor ordinal por grupos a más de 7 días (n=90)**

		Convencional (GC)		Autoligado (GA)		Sinergy (GS)		Todos	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>T8</b> <b>(Más de 7 días)*</b>	<b>No dolor</b>	30	100	30	100.0	24	80.0	84	93.3
	<b>Leve</b>	0	0.0	0	0.0	4	13.3	4	4.4
	<b>Moderado</b>	0	0.0	0	0.0	2	6.7	2	2.2
	<b>Intenso</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Chi:12.9; gl:4;p-valor:0.012									
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)									
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)									

En este estudio se ha querido reflejar además de la presencia o ausencia del dolor, las características del mismo. En las tablas 11,12,13 y 14 se observa la clasificación en cuanto al grado de dolor que experimentaron los pacientes en los diferentes periodos de tiempo.

Tras el análisis de estas tablas, encontramos diferencias estadísticamente significativas en el grado de dolor con un valor  $p < 0.05$  en los momentos temporales de T3 d (3 días), T4 d (4 días), T7 d (7 días) T8 d (a partir del octavo día) y  $p < 0.01$  en T4 h (4 horas), T8 h (8 horas), T2 d (2 días) y T5 d (5 días). No encontramos diferencias estadísticamente significativas a las 24 horas y a los seis días tras la colocación de la aparatología.

En el periodo temporal T4 horas encontramos que el grupo de pacientes con Sinergy es el único que presenta dolor moderado- intenso (53,3 %), aunque en este mismo grupo es donde se registran valores más bajos de dolor leve (30%) Por el contrario, los grupos de ortodoncia convencional y autoligado presentan en este periodo un porcentaje mayor de pacientes con ausencia-dolor leve. El grupo convencional registra un 46,7 % de dolor leve y el grupo autoligado un 60 % (ver Tabla 11).

A las T8 h los valores de los tres grupos se mueven más entre dolor leve-moderado. Sin embargo, un 16,7 % presenta dolor intenso en el grupo Sinergy. El porcentaje de dolor leve más alto es del 70,0 % en el grupo autoligado y el porcentaje de dolor moderado más alto es del 50 % en el grupo Sinergy. Por lo que en este periodo los valores de dolor moderado-intenso siguen perteneciendo al grupo Sinergy (ver Tabla 11).

En el periodo temporal de T24 h, los mayores porcentajes de dolor moderado siguen perteneciendo al grupo Sinergy (46,7 %) y el dolor intenso aparece también en el grupo autoligable (3,3 %), pero sigue siendo mayor en el grupo Sinergy (13,3 %). Los encontramos en dolor moderado y en los grupos de ortodoncia convencional y lingual (60 % en ambos grupos). El grupo convencional es el que presenta menor dolor intenso (ver Tabla 11).

A partir del periodo T2 d (2 días) en los tres grupos disminuye el dolor moderado y aparece mayor % de dolor leve, siendo en el grupo de autoligable donde el dolor leve presenta valores mayores (83,3 %). Solo en el grupo Sinergy se sigue registrando dolor intenso (10 %) (ver tabla 12).

Esta misma tendencia se observa en los periodos T3 d, T4 d, T5 d, T6d en el que los porcentajes de no dolor van aumentando y los porcentajes de dolor leve-moderado-intenso van disminuyendo. Tanto en T3 d, T4 d, T5 d y T6 d, en el dolor leve, aunque los valores cada vez son menores predomina en el grupo autoligable y en el dolor moderado predomina el grupo Sinergy. En estos periodos todavía hay pacientes, aunque con porcentajes bajos que refieren dolor intenso- todos del grupo Sinergy (tabla 12,13 y 14).

En el periodo de 7 días, los datos que reflejan dolor leve son cada vez más bajos (33,3 % Sinergy y un 16,7 % grupo autoligable y grupo convencional). En este periodo solo el grupo Sinergy presenta dolor moderado (10 %) e intenso (3,3 %) (ver tabla 13).

En el periodo T8 d (a partir del octavo día), ningún grupo excepto el Sinergy presenta dolor (leve 13,3 %; moderado 6,7 %) ya a partir del séptimo día no presenta dolor intenso (ver tabla 14).

Podemos resumir por tanto que el grupo que a las 4 horas de tratamiento que más dolor registra es el Sinergy. A partir de este momento y hasta las 24 horas, se observa cómo va aumentando el dolor a valores que oscilan entre dolor leve-moderado y cómo va aumentando el dolor moderado en los tres grupos. Sin embargo, a partir de los 2 días va disminuyendo el dolor moderado y aumentando el dolor leve hasta que a los 7 días hay ausencia de dolor moderado y a los 8 días ausencia de dolor leve, excepto en el grupo Sinergy. El grupo de brackets convencionales y autoligado presentan un comportamiento parecido.

### **5.3.- RESULTADOS COMPARATIVOS DEL TIPO DE DOLOR**

Además de las características del dolor, también hemos reflejado en nuestro estudio el tipo de dolor que se clasificó en varios tipos: pulsátil, disparo, punzante, quemante, agudo, perforante, cólico, sordo, pesado, sensible, agotador, cruel, terrible y espantoso. Reflejando también el número y porcentaje de pacientes que no presenta dolor y en el caso de presentar dolor, el número y porcentaje del tipo de dolor que presentan.

TABLA 15. Descripción del tipo de dolor por grupos a las 4 horas T4 h (n=90)

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	16	2	0	1	0	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	%	53.3	6.7	0.0	3.3	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	12	12	0	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	%	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	5	9	1	7	0	1	0	0	2	0	4	0	1	0	0
	%	16.7	30.0	3.3	23.3	0.0	3.3	0.0	0.0	6.7	0.0	13.3	0.0	3.3	0.0	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022”								<b>Chi: 35.3 gl:14 p-valor:0.001**</b>								
GA: grupo brackets autoligables 0.022”								*Resultados estadísticamente significativos(p<0.05)								
GS: grupo brackets baja fricción 0.022”								**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

**TABLA 16. Descripción del tipo de dolor por grupos a las 8 horas T8 h (n=90)**

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	5	3	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
	%	16.7	10.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	6	11	0	3	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	%	20.0	36.7	0.0	10.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	5	10	1	5	0	3	0	0	1	0	3	0	1	1	0
	%	16.7	33.3	3.3	16.7	0.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	10.0	0.0	3.3	3.3	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022” GA: grupo brackets autoligables 0.022” GS: grupo brackets Sinergy 0.022”								<b>Chi:33.3 gl:16; p-valor 0.007**</b> *Resultados estadísticamente significativos(p<0.05) **Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

TABLA 17. Descripción del tipo de dolor por grupos a las 24 horas T24 h (n=90)

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	0	4	0	0	0	11	1	0	0	2	12	0	0	0	0
	%	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	36.7	3.3	0.0	0.0	6.7	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	1	11	0	0	0	15	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	%	3.3	36.7	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	3	11	0	3	0	4	0	0	2	1	4	0	1	1	0
	%	10.0	36.7	0.0	10.0	0.0	13.3	0.0	0.0	6.7	3.3	13.3	0.0	3.3	3.3	0.0

GC: grupo brackets convencionales 0.022”

GA: grupo brackets autoligables 0.022”

GS: grupo brackets Sinergy 0.022”

**Chi: 39.1; gl:18; p-valor:0.003\*\***

\*Resultados estadísticamente significativos(p&lt;0.05)

\*\*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)

**TABLA 18. Descripción del tipo de dolor por grupos a los dos días T2 d (n=90)**

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	1	3	0	1	0	9	0	0	0	0	16	0	0	0	0
	%	3.3	10.0	0.0	3.3	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	0	8	0	0	0	17	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	%	0.0	26.7	0.0	0.0	0.0	56.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	4	10	0	2	0	3	1	0	2	1	6	0	0	0	1
	%	13.3	33.3	0.0	6.7	0.0	10.0	3.3	0.0	6.7	3.3	20.0	0.0	0.0	0.0	3.3

GC: grupo brackets convencionales 0.022”

GA: grupo brackets autoligables 0.022”

GS: grupo brackets Sinergy 0.022”

**Chi: 39.9 gl:16 ; p-valor: 0.001\*\***

\*Resultados estadísticamente significativos(p<0.05)

\*\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

TABLA 19. Descripción del tipo de dolor por grupos a los tres días T3 d (n=90)

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	5	0	0	2	0	9	0	0	0	2	12	0	0	0	0
	%	16.7	0.0	0.0	6.7	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	6.7	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	1	9	0	0	0	15	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	%	3.3	30.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	5	10	0	2	0	2	0	0	2	1	6	0	1	0	1
	%	16.7	33.3	0.0	6.7	0.0	6.7	0.0	0.0	6.7	3.3	20.0	0.0	3.3	0.0	3.3

GC: grupo brackets convencionales 0.022”

GA: grupo brackets autoligables 0.022”

GF: grupo brackets Sinergy 0.022”

**Chi:37.9; gl:16; p-valor:0.002\*\***

\*Resultados estadísticamente significativos(p&lt;0.05)

\*\*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)

**TABLA 20. Descripción del tipo de dolor por grupos a los cuatro días T4 d (n=90)**

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	5	0	0	1	0	10	0	0	0	2	12	0	0	0	0
	%	16.7	0.0	0.0	3.3	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	6.7	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	3	11	0	1	0	12	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	%	10.0	36.7	0.0	3.3	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	9	9	0	2	0	2	0	0	1	1	4	0	0	2	0
	%	30.0	30.0	0.0	6.7	0.0	6.7	0.0	0.0	3.3	3.3	13.3	0.0	0.0	6.7	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022” GA: grupo brackets autoligables 0.022” GS: grupo brackets Sinergy 0.022”								<b>Chi:36.8 gl:14 ; p-valor:0.001 **</b> *Resultados estadísticamente significativos(p<0.05) **Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

TABLA 21. Descripción del tipo de dolor por grupos a los cinco días T5 d (n=90)

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	14	0	0	0	0	7	0	0	0	1	8	0	0	0	0
	%	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0	23.3	0.0	0.0	0.0	3.3	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	7	9	0	0	0	11	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	%	23.3	30.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	11	8	0	2	1	2	0	0	0	1	4	0	0	1	0
	%	36.7	26.7	0.0	6.7	3.3	6.7	0.0	0.0	0.0	3.3%	13.3	0.0	0.0	3.3	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022” GA: grupo brackets autoligables 0.022” GS: grupo brackets Sinergy 0.022”								<b>Chi:28.8; gl:14; p-valor:0.011*</b> *Resultados estadísticamente significativos(p<0.05) **Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

**TABLA 22. Descripción del tipo de dolor por grupos a los seis días T6 d (n=90)**

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	20	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	1	0	0	0
	%	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	3.3	0.0	0.0	0.0
GA	N	18	8	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	%	60.0	26.7	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	15	9	0	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0
	%	50.0	30.0	0.0	3.3	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	3.3	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022” GA: grupo brackets autoligables 0.022” GS: grupo brackets Sinergy 0.022”								<b>Chi: 21.3 gl:14 ;p-valor: 0.094</b> *Resultados estadísticamente significativos(p<0.05) **Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

TABLA 23. Descripción del tipo de dolor por grupos a los 7 días T7 d (n=90)

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	26	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
	%	86.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	3.3	0.0	0.0	0.0
GA	N	25	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	%	83.3	10.0	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	16	7	0	2	1	0	0	0	0	1	3	0	0.0	0.0	0.0
	%	53.3	23.3	0.0	6.7	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GC: grupo brackets convencionales 0.022” GA: grupo brackets autoligables 0.022” GS: grupo brackets Sinergy 0.022”								<b>Chi:21.9 gl:14;p-valor:0.80</b> *Resultados estadísticamente significativos(p<0.05) **Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)								

**TABLA 24. Descripción del tipo de dolor por grupos a los más de siete días T8 d (n=90)**

Tipo dolor		No dolor	Pulsátil	Disparo	Punzante	Quemante	Agudo	Perforante	Cólico	Sordo	Pesado	Sensible	Agotador	Cruel	Terrible	Espantoso
GC	N	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GA	N	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GS	N	24	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0
	%	80.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	6.7	0.0	6.7	0.0	0.0

GC: grupo brackets convencionales 0.022”

GA: grupo brackets autoligables 0.022”

GS: grupo brackets Sinergy 0.022”

**Chi:12.8 gl:8; p-valor:0.117**

\*Resultados estadísticamente significativos(p<0.05)

\*\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

Analizando los resultados de las Tablas de la 15 a la 24 y tras aplicar la prueba de Chi cuadrado, encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.01$  de las 4 h a los 4 d (de T4 h a T4 d). En T5 d existen diferencias significativas con un  $p < 0.05$  y a partir del sexto día (T6 d, T7 d y T8 d) no existen diferencias estadísticamente significativas.

El tipo de dolor que más se repite entre los tres grupos es el dolor de tipo pulsátil, el dolor de tipo agudo y el dolor de tipo sensible; aunque también hay otros tipos de dolores que experimentan los pacientes y que están reflejados en las tablas, aunque aparecen con mucha menos frecuencia.

Vamos a analizar el tipo de dolor dividiéndolo en 3 periodos: hasta las 24 horas; de 2 a 6 días y de 7 a más de 7 días:

-Tablas 15, 16 y 17: en las primeras 24 horas de análisis (T4 h, T8 h y T24 h) encontramos que en el grupo de brackets convencionales el dolor más frecuente es el dolor agudo (20,0 % en T4 h; 36,7 % en T8 h y T24 h) y el dolor sensible (16,7 % en T4 h; 36,7 % en T8 h; 40% en T24 h); en el grupo de autoligado predomina el dolor pulsátil (40 % en T4 h; 36,7 % en T8 h y en T24 h) y el dolor agudo (13,3 % en T4 h; 30 % en T8 h y 50 % en T24 h) y en el grupo Sinergy predomina el dolor pulsátil (30% en T4 h; 33,3 % en T8 h y 36,7 % en T24 h) y valores similares de dolor agudo y sensible (3,3 %/13,3 % en T4 h; 10% en T8 h y 13,3 % en T24 h). El resto de dolores aparecen con menos frecuencia y no en todos los grupos. El dolor punzante aparece en el grupo convencional (T4 h) en el grupo autoligado (T8 h) y en Sinergy (T4 h, T8 h y T24 h). También se registran otros tipos de dolores: el dolor sordo (autoligado y Sinergy), cruel (Sinergy), terrible (Sinergy), pesado (grupo convencional/grupo Sinergy), perforante (grupo convencional). En el periodo analizado no encontramos ningún registro de dolor del tipo: quemante, cólico, agotador y espantoso.

-Tablas 18, 19, 20, 21 y 22: a partir de los 2 días (T2 d) y hasta los 6 días (T6 d), el número de pacientes que presentan dolor va disminuyendo. Encontramos que el tipo de dolor más frecuente en ortodoncia convencional es el tipo sensible (53,3 % de pacientes en T2 d y 16,7 % en T6 d). En el grupo de brackets autoligables el dolor que más refieren los pacientes es el agudo que va desde valores de 56,7 % en T2 d hasta un 3,3 % en T6 d. En el grupo de brackets Sinergy, el dolor que más refieren los pacientes es el pulsátil que va desde valores del 33,3 % en T4 d a 26,7 % en T5 d.

-Tablas 23 y 24: en T7 el grupo convencional solo refiere dolor agudo (3,3 %), sensible (6,7 %) y agotador (3,3 %) y a partir del día 7 (T8 d) no refieren ningún dolor. El grupo autoligado en T7 d todavía refiere dolor pulsátil (10 %), punzante (3,3 %) y agudo (3,3 %) y a partir del día 7 (T8 d) no refieren ningún dolor. Por último, el grupo Sinergy en T7 d todavía refiere dolor pulsátil (23,3 %), dolor punzante (6,7 %) dolor quemante (3,3 %), dolor pesado (3,3 %), dolor

sensible (10%) y después de los 7 días en (T8 d) es el único grupo que aún refiere dolor pulsátil (3,3 %), dolor pesado (3,3 %), dolor sensible (6,7 %) y dolor cruel (6,7 %).

Por tanto, según los resultados, pese a que todos los grupos experimentan diferentes tipos de dolor, el grupo Sinergy es el grupo que más tipos de dolores diferentes presenta y es el único grupo en el que los pacientes siguen refiriendo dolor pasados los 7 días.

## 5.4. RESULTADOS COMPARATIVOS BASADOS EN LA ESCALA EVA

Tabla 25. Comparación del dolor en la Escala Visual Analógica entre grupos en los distintos momentos de evaluación (n=90)							
	Convencional (GC)		Autoligado (GA)		Sinergy (GS)		
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	
<b>4 horas (T4 h)**</b>	1.1 <sup>a</sup>	1.1	1.0 <sup>a</sup>	0.9	3.2 <sup>b</sup>	3.0	<b>ANOVA F: 12.2; gl:2; p-valor &lt;0.001</b>
<b>8 horas (T8 h)*</b>	2.7 <sup>a,b</sup>	1.9	2.1 <sup>a</sup>	1.9	3.8 <sup>b</sup>	3.1	<b>ANOVA F: 3.8; gl:2; p-valor 0.026</b>
<b>24 horas (T24 h)</b>	4.5	2.0	3.3	1.8	4.0	2.9	<b>ANOVA F: 2.1; gl:2; p-valor 0.124</b>
<b>2 días (T2 d)</b>	3.3	1.5	3.4	1.7	3.2	2.5	<b>ANOVA F: 0.05; gl:2; p-valor 0.948</b>
<b>3 días (T3 d)</b>	2.6	1.7	2.6	1.6	2.7	2.4	<b>ANOVA F: 0.46; gl:2; p-valor 0.955</b>
<b>4 días (T4 d)</b>	1.9	1.3	1.9	1.6	2.2	2.4	<b>ANOVA F: 0.3; gl:2; p-valor 0.741</b>
<b>5 días (T5 d)**</b>	0.6 <sup>a</sup>	0.7	1.0 <sup>a,b</sup>	1.0	1.9 <sup>b</sup>	2.3	<b>ANOVA F: 6.2; gl:2; p-valor 0.003</b>
<b>6 días (T6 d)*</b>	0.6 <sup>a</sup>	0.9	0.6 <sup>a</sup>	0.9	1.7 <sup>b</sup>	2.4	<b>ANOVA F:4.3; gl:2; p-valor 0.017</b>
<b>7 días (T7 d)**</b>	0.2 <sup>a</sup>	0.5	0.2 <sup>a</sup>	0.6	1.2 <sup>b</sup>	2.3	<b>ANOVA F: 5.8; gl:2; p-valor 0.004</b>
<b>Más de 7 días (T8 d)**</b>	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0 <sup>a</sup>	0.0	1.0 <sup>b</sup>	2.4	<b>ANOVA F: 5.5; gl:2; p-valor 0.006</b>
*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)							
**Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)							
a, b, c letras superíndices distintas en las filas señalan en qué grupos se dan las diferencias significativas con pruebas Post Hoc de Bonferroni							

Para la realización de la Tabla 25 sobre los valores que refirieron los pacientes sobre la escala EVA, teniendo en cuenta que el valor en esta escala va desde 0 (no dolor) a 10 (máximo dolor), se ha utilizado para el análisis de los valores obtenidos referidos por los pacientes la media y la desviación estándar. Y se han clasificado por grupos y por intervalos de tiempo como en las tablas anteriores.

Tras el análisis mediante el test de ANOVA de los resultados de la Tabla 25, encontramos diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.01$  en T4 h, T5 d y T7 d. Encontramos resultados con un valor de  $p < 0.05$  en las medidas temporales de T8 h y T6 d. En los periodos T24 h, T2 d, T3 d, T4 d no se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Para el análisis de la Tabla 25 vamos a dividirlo en 3 periodos: un periodo que va desde las T4 h hasta los T2 d, otro periodo que va desde los T3 d hasta los T6 d y un último periodo que va desde los T7 d a más de 7 días T8 d.

-De T4 h a T2 d: observamos que de T4 h a T8 h el dolor va aumentando en los tres grupos siendo mayor en el grupo Sinergy. El grupo Sinergy y el grupo convencional alcanza su pico máximo de dolor a las 24 horas, sin embargo, el grupo de autoligado alcanza el pico máximo de dolor a los dos días T2 d. En estos periodos el grupo Sinergy presenta siempre mayor dolor respecto al grupo convencional y autoligado, seguido del grupo convencional, siendo el grupo de autoligado el que menor dolor presenta.

-De T3 d a T6 d: el dolor en los tres grupos va disminuyendo progresivamente. Sigue apareciendo más dolor en el grupo Sinergy con respecto a los otros dos grupos en todos los periodos estudiados. En T3 d, T4 d y T6 d se registran los mismos valores de dolor en los grupos de autoligado y brackets convencionales. En T5 d cabe destacar que aparece más dolor en el grupo de autoligado frente al grupo de convencional.

-En el periodo T7 d la tendencia continúa. Siguen apareciendo valores de dolor cada vez más bajos en los tres grupos, con predominio del dolor en el grupo Sinergy. El dolor que aparece en el grupo de autoligado y en el grupo de convencional presenta los mismos valores. A partir del día 7 (T8 d) solo se registra dolor en el grupo de Sinergy.

Por tanto, podemos concluir que el grupo que mayor dolor experimenta durante los periodos estudiados es el grupo Sinergy y que no hay muchas diferencias entre los valores de dolor de los grupos de autoligado y convencional a partir del día dos.

---

## **5.5 DIFERENCIAS EN LA LOCALIZACIÓN DEL DOLOR**

### **5.5.1.- DESCRIPCIÓN DEL DOLOR DENTAL ENTRE GRUPOS**

También hemos incluido la localización del dolor que referían los pacientes en: biarcada (anterior y posterior), dolor maxilar (anterior, posterior), dolor mandibular (anterior, posterior), dolor en la arcada inferior y dolor en toda la boca. No se reflejó el dolor en toda la arcada superior, porque ningún paciente refirió esta localización del dolor. Las localizaciones del dolor han sido clasificadas en los tres grupos de estudio, con el número de pacientes que localizaban así el dolor (N) y el %.

**Tabla 26. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 4 horas (T4 h)\* (n=90)**

	No dolor		Biacada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	13	43.3	3	10.0	0	0.0	11	36.7	0	0.0	2	6.7	0	0.0	0	0.0	1	3.3
<b>GA</b>	10	33.3	6	20.0	0	0.0	12	40.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	6.7	0	0.0
<b>GS</b>	5	16.7	7	23.3	2	6.7	10	33.3	0	0.0	6	20.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi:22.3 ; gl:12 ; p-valor:0.034

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

Tabla 27. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 8 horas (T8 h) (n=90)

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	5	16.7	6	20.0	0	0.0	14	46.7	0	0.0	2	6.7	0	0.0	0	0.0	3	10.0
<b>GA</b>	6	20.0	10	33.3	1	3.3	11	36.7	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0
<b>GS</b>	5	16.7	7	23.3	2	6.7	9	30.0	1	3.3	6	20.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 20.4; gl: 14; p-valor: 0.119

GC: grupo brackets convencionales 0.022”

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

\*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.05)

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)

**Tabla 28. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a las 24 horas (T24 h) \*\* (n=90)**

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	0	0.0	5	16.7	0	0.0	20	66.7	1	3.3	3	10.0	0	0.0	0	0.0	1	3.3
<b>GA</b>	2	6.7	13	43.3	1	3.3	13	43.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0
<b>GS</b>	3	10.0	7	23.3	2	6.7	8	26.7	2	6.7	8	26.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 29.2; gl:14 ; p-valor:0.01

GC: grupo brackets convencionales 0.022'' .  
 GA: grupo brackets autoligables 0.022''.  
 GS: grupo de brackets Sinergy 0.022''

\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)  
 \*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

Tabla 29. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 2 días (T2 d) (n=90)

	No dolor		Biacada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	2	6.7	5	16.7	2	6.7	16	53.3	2	6.7	1	3.3	0	0.0	1	3.3	1	3.3
<b>GA</b>	1	3.3	8	26.7	0	0.0	19	63.3	1	3.3	1	3.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>GS</b>	4	13.3	5	16.7	2	6.7	8	26.7	2	6.7	9	30.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 25.5; gl: 14; p-valor: 0,30

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

\*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.05)

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)

**Tabla 30. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 3 días (T3 d)\*\* (n=90)**

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	2	6.7	6	20.0	0	0.0	13	43.3	1	3.3	2	6.7	0	0.0	1	3.3	5	16.7
<b>GA</b>	1	3.3	11	36.7	0	0.0	18	60.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>GS</b>	6	20.0	4	13.3	2	6.7	10	33.3	2	6.7	6	20.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 35.8; gl: 14; p-valor: 0.001

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

**Tabla 31. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 4 días (T4 d)\* (n=90)**

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	7	23.3	6	20.0	0	0.0	13	43.3	1	3.3	1	3.3	0	0.0	0	0.0	2	6.7
<b>GA</b>	5	16.7	3	10.0	1	3.3	19	63.3	0	0.0	1	3.3	0	0.0	1	3.3	0	0.0
<b>GS</b>	9	30.0	6	20.0	2	6.7	7	23.3	0	0.0	5	16.7	1	3.3	0	0.0	0	0.0

Chi: 24.4; gl: 16; p-valor: 0.080

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

**Tabla 32. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 5 días (T5 d) (n=90)**

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	15	50.0	1	3.3	0	0.0	9	30.0	0	0.0	2	6.7	1	3.3	0	0.0	2	6.7
<b>GA</b>	9	30.0	4	13.3	0	0.0	16	53.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0
<b>GS</b>	11	36.7	4	13.3	2	6.7	7	23.3	1	3.3	5	16.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 27.2; gl: 16; p-valor: 0.039

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

\*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

Tabla 33. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 6 días (T6 d) (n=90)

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	19	63.3	2	6.7	0	0.0	4	13.3	0	0.0	4	13.3	0	0.0	0	0.0	1	3.3
<b>GA</b>	17	56.7	2	6.7	0	0.0	10	33.3	0	0.0	1	3.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>GS</b>	15	50.0	1	3.3	2	6.7	7	23.3	0	0.0	5	16.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 12.0; gl: 10; p-valor: 0.282

GC: grupo brackets convencionales 0.022”.

\*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.05)

GA: grupo brackets autoligables 0.022”.

\*\* Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)

GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”

**Tabla 34. Descripción de la localización del dolor dental entre grupos a los 7 días (T7 d) (n=90)**

	No dolor		Biarcada				Mandibular				Maxilar				Toda la boca		Arcada inferior	
			Anterior		Posterior		Anterior		Posterior		Anterior		Posterior					
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>GC</b>	24	80.0	2	6.7	0	0.0	3	10.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>GA</b>	25	83.3	0	0.0	0	0.0	4	13.3	0	0.0	1	3.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>GS</b>	16	53.3	1	3.3	2	6.7	7	23.3	0	0.0	4	13.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Chi: 13.3; gl: 8; p-valor: 0.108

GC: grupo brackets convencionales 0.022”. \*Resultados estadísticamente significativos (p<0.05)  
 GA: grupo brackets autoligables 0.022”. \*\* Resultados estadísticamente significativos (p<0.01)  
 GS: grupo de brackets Sinergy 0.022”



En cuanto a la localización del dolor dental y las horas analizadas (Tablas 26 a 33) encontramos diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0,01$  en los periodos: T24 h y T3 d y con un  $p < 0,05$  en los periodos: T4 h, T5 d y T8 d. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en: T8 h, T2 d, T4 d, T6 d, T7 d.

Analizamos la localización del dolor dental por periodos:

-A las cuatro horas (T4 h), tras la colocación de la aparatología, el grupo que menor dolor refiere es el de brackets convencionales en el que un 43,3 % de los pacientes no presenta dolor, seguido del grupo autoligable con un 33,3 % y, por último, el grupo Sinergy en el que solo un 16,7 % no refiere dolor. En los tres grupos, el dolor predominante fue el mandibular anterior, seguido del dolor biarcada anterior. El grupo de autoligado describe mayor dolor mandibular anterior (40%), seguido de brackets convencionales (36,7 %) y, por último, el grupo Sinergy con un 33,3 %; en contraposición, el dolor maxilar máximo lo describe el grupo Sinergy (a nivel anterior) con un 20% (tabla 26).

-A las 8 horas (T8 h) el mayor nivel de dolor se observa a nivel anterior mandibular en los tres grupos de estudio, siendo el grupo convencional el que presenta mayor porcentaje de este dolor (46,7 %), seguido del grupo autoligado (36,7 %) y del Sinergy (30 %). El dolor maxilar se describe en la arcada superior y como en el periodo anterior es mayor en el grupo Sinergy (20 %), le sigue el grupo convencional (6,7 %). El grupo autoligado no presenta dolor en el maxilar (tabla 27).

-A las 24 horas (T24 h) cada vez son menos los pacientes que no refieren dolor con un 10,0 % de los pacientes del grupo Sinergy, un 6,7 % del grupo autoligable y del grupo convencional no hay pacientes que no refieran dolor (0,0 %). Igual que en los periodos anteriores, encontramos que el mayor nivel de dolor se presenta a nivel anterior mandibular. Un 66,7 % el grupo convencional, seguido de un 43,3 % el grupo autoligable que también presenta un 43,3 % de dolor biarcada anterior y, por último, el grupo Sinergy que presenta valores de 26,7 % y que igual que en los casos anteriores sigue presentando el valor más alto del dolor maxilar, concretamente maxilar anterior con un 26,7 % (tabla 28).

-A los dos días (T2 d) solo el 13,3 % del grupo Sinergy no refiere dolor, seguido de un 6,7 % del grupo convencional y de un 3,3 % grupo autoligado. La localización mandibular anterior sigue siendo la localización más frecuente; sin embargo, en este periodo es mayor en el grupo autoligable (53,3 %) que en el grupo convencional (53,3 %) y sigue siendo el grupo Sinergy el que presenta menor dolor (26,7 %). En cuanto al mayor dolor maxilar, la localización más frecuente sigue siendo la anterior y es el grupo Sinergy el que presenta valores más altos (30 %) (tabla 29).

-A los tres días (T3 d) continúa la misma tendencia la localización, siendo la más frecuente la mandibular anterior (60 % grupo autoligado, 43,3 % grupo convencional y 33,33 % grupo Sinergy), seguida de la localización biarcada anterior (36,7 % autoligado, 20 % convencional y 13,3% Sinergy). El dolor máximo maxilar sigue representado por el grupo Sinergy (20 %) (Tabla 30).

-A los cuatro días (T4 d) empieza a aumentar en los tres grupos el número de pacientes que no refieren dolor (30 % Sinergy; 23,3 % convencional y 16,7 % autoligado). La localización más frecuente sigue siendo mandibular anterior en los tres grupos (63,3 % autoligado, 43,3 % convencional y un 23,3 % Sinergy), seguida de la localización biarcada anterior. El máximo valor de dolor maxilar sigue siendo en la localización anterior, grupo Sinergy (16,7 %) (Tabla 31).

-A los cinco días (T5 d) el número de pacientes que no presentan dolor va aumentando (50 % convencional, 36,7 % Sinergy y 30,0 % autoligable). El 53,3 % de los pacientes de autoligado presentan dolor mandibular anterior frente al 30 % grupo convencional y el 23,3 % el grupo Sinergy. El mayor valor maxilar sigue siendo en localización anterior, el grupo Sinergy (16,7 %) (Tabla 32).

-A los seis días (T6 d) sigue aumentando el número de pacientes que no refieren dolor (63,3 % grupo convencional, 56,7 % grupo autoligado y 50 % grupo Sinergy) La localización más frecuente sigue siendo la localización mandibular anterior (33,3 % autoligado; 23,3 % Sinergy y 13,3 % convencional). El valor más alto de la localización maxilar sigue siendo la anterior 16,7 % grupo Sinergy (Tabla 33).

-A los siete días (T7 d), el 83,3 % del grupo autoligado no presenta dolor, seguido del 80,0 % del grupo convencional y de un 53,3 % grupo Sinergy. El nivel de dolor más alto lo encontramos en la localización mandibular anterior con un 23,3 % de pacientes del grupo Sinergy. En cuanto al dolor en la localización maxilar anterior sigue siendo el grupo Sinergy el que más dolor difiere 13,3 % (Tabla 34).

-A partir del día 7 (T8 d) solo hay presencia de dolor en el grupo Sinergy, localizándose un 13,3 % en la localización mandibular anterior, un 3,3 % en localización biarcada posterior y un 3,3 % en localización maxilar anterior (Tabla 35).

A modo de resumen, encontramos que las localizaciones del dolor más frecuentes son la mandibular anterior, siendo mayor en el grupo convencional y autoligado (dependiendo del periodo de tiempo) y menor en el grupo Sinergy. El número de pacientes que no difieren dolor va disminuyendo hasta el periodo T24 h y a partir de entonces va aumentando progresivamente, hasta llegar al T8 d en el que solo 6 pacientes del grupo Sinergy siguen refiriendo dolor.

## **5.6.- DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO EN LAS DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA ENTRE GRUPOS SEGÚN CUESTIONARIO OHIP-14**

Para la valoración del impacto en las dimensiones de calidad de vida oral hemos utilizado el cuestionario OHIP-14. Este cuestionario de 14 preguntas ha sido validado y utilizado en numerosos estudios publicados. En 2009 fue validado su uso sobre la población española por Montero (Montero Martín y cols., 2009).

Tabla 36. Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los grupos de tratamiento (n=90)

		Convencional		Autoligado		Sinergy		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>OHIP-1.</b> ¿Problemas al pronunciar correctamente?	<b>Nunca</b>	24	80.0	22	73.3	8	26.7	54	60.0
	<b>Rara vez</b>	6	20.0	7	23.3	22	73.3	35	38.9
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	1	3.3	0	0.0	1	1.1
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-2.</b> ¿Sensación de mal sabor?	<b>Nunca</b>	9	30.0	8	26.7	7	23.3	24	26.7
	<b>Rara vez</b>	17	56.7	17	56.7	14	46.7	48	53.3
	<b>Ocasionalmente</b>	4	13.3	5	16.7	9	30.0	18	20.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-3.</b> ¿Sensación de molestia o dolor?	<b>Nunca</b>	5	16.7	2	6.7	6	20.0	13	14.4
	<b>Rara vez</b>	7	23.3	18	60.0	9	30.0	34	37.8
	<b>Ocasionalmente</b>	16	53.3	10	33.3	13	43.3	39	43.3
	<b>Bastantes veces</b>	2	6.7	0	0.0	2	6.7	4	4.4
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-4.</b> ¿Incomodidad a la hora de comer?	<b>Nunca</b>	7	23.3	8	26.7	5	16.7	20	22.2
	<b>Rara vez</b>	16	53.3	18	60.0	12	40.0	46	51.1
	<b>Ocasionalmente</b>	6	20.0	4	13.3	11	36.7	21	23.3
	<b>Bastantes veces</b>	1	3.3	0	0.0	2	6.7	3	3.3
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

**Tabla 36. Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los grupos de tratamiento (n=90)**

		Convencional		Autoligado		Sinergy		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>OHIP-5.</b> ¿Timidez?	<b>Nunca</b>	19	63.3	19	63.3	9	30.0	47	52.2
	<b>Rara vez</b>	10	33.3	11	36.7	9	30.0	30	33.3
	<b>Ocasionalmente</b>	1	3.3	0	0.0	11	36.7	12	13.3
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	1	3.3	1	1.1
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-6.</b> ¿Preocupación?	<b>Nunca</b>	19	33.3	16	53.3	7	23.3	42	46.7
	<b>Rara vez</b>	9	30.0	13	43.3	19	63.3	41	45.6
	<b>Ocasionalmente</b>	2	6.7	1	3.3	3	10.0	6	6.7
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	1	3.3	1	1.1
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-7.</b> ¿Insatisfacción con la alimentación que lleva?	<b>Nunca</b>	18	60.0	17	56.7	5	16.7	40	44.4
	<b>Rara vez</b>	12	40.0	13	43.3	19	63.3	44	48.9
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	6	20.0	6	6.7
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-8.</b> ¿Interrupción de comidas?	<b>Nunca</b>	14	46.7	18	60.0	12	40.0	44	48.9
	<b>Rara vez</b>	14	46.7	10	33.3	10	33.3	34	37.8
	<b>Ocasionalmente</b>	2	6.7	2	6.7	8	26.7	12	13.3
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Tabla 36. Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los grupos de tratamiento (n=90)

		Convencional		Autoligado		Sinergy		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>OHIP-9.</b> ¿Tensión o ansiedad?	<b>Nunca</b>	24	80.0	26	86.7	18	60.0	68	75.6
	<b>Rara vez</b>	6	20.0	4	13.3	12	40.0	22	24.4
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-10.</b> ¿Vergüenza o lástima?	<b>Nunca</b>	27	90.0	24	80.0	20	66.7	71	78.9
	<b>Rara vez</b>	3	10.0	6	20.0	10	33.3	19	21.1
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-11.</b> ¿Susceptibilidad / irritabilidad con los demás?	<b>Nunca</b>	24	80.0	28	93.3	19	63.3	71	78.9
	<b>Rara vez</b>	6	20.0	2	6.7	11	36.7	19	21.1
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

**Tabla 36. Descripción del impacto en las dimensiones de calidad de vida en los grupos de tratamiento (n=90)**

		Convencional		Autoligado		Sinergy		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>OHIP-12.</b> ¿Alteración de sus tareas/ocupaciones habituales?	<b>Nunca</b>	24	80.0	25	83.3	25	83.3	74	82.2
	<b>Rara vez</b>	6	20.0	5	16.7	5	16.7	16	17.8
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-13.</b> ¿Sensación de tener una vida menos satisfactoria?	<b>Nunca</b>	28	93.3	29	96.7	28	93.3	85	94.4
	<b>Rara vez</b>	2	6.7	1	3.3	2	6.7	5	5.6
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>OHIP-14.</b> ¿Totalmente incapaz de llevar una vida normal?	<b>Nunca</b>	30	100	29	96.7	30	100	89	98.9
	<b>Rara vez</b>	0	0.0	1	3.3	0	0.0	1	1.1
	<b>Ocasionalmente</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Bastantes veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	<b>Muchas veces</b>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

En nuestro análisis descriptivo de las diferentes dimensiones de calidad de vida con el cuestionario OHIP-14 (Tabla 36), podemos observar que la mayoría de los pacientes responden a las diferentes preguntas con un nunca, rara vez u ocasionalmente. En ninguna de las 14 preguntas responden con: bastantes veces y muchas veces.

A continuación, analizamos uno por uno los diferentes comportamientos de los tres grupos de estudio en cada una de las preguntas del cuestionario OHIP-14:

-OHIP-1. En cuanto a la cuestión de problemas al pronunciar correctamente: en los grupos convencional (80 %) y de autoligado (73,3 %) hay un predominio de la respuesta “nunca”; sin embargo, en el grupo Sinergy aparece un mayor porcentaje de la respuesta “rara vez” (73,3 %) frente a “nunca” (26,7 %). La respuesta “ocasionalmente” solo se registra solamente en el grupo autoligado con un (3,3 %).

-OHIP-2. En cuanto a la cuestión sensación de mal sabor, el predominio de la respuesta es “rara vez”, presentándose en el mismo porcentaje en los grupos convencional (56,7 %) y autoligado (56,7 %), seguido del grupo Sinergy (46,7 %). En menor medida también aparecen en los tres grupos de estudio la respuesta “nunca” presentando un porcentaje ligeramente mayor que la respuesta “ocasionalmente” en los grupos convencional y autoligado; sin embargo, el grupo Sinergy presenta mayor porcentaje de “ocasionalmente” que “nunca” aunque con muy poca diferencia como podemos ver en la Tabla 36.

-OHIP-3. En cuanto a la pregunta de sensación de molestia o dolor, encontramos que en el grupo autoligado aparece en “rara vez” (60 %), sin embargo, en el grupo convencional (53,3 %) y en el grupo Sinergy (43,3 %) el mayor porcentaje contesta a la pregunta “ocasionalmente”. En esta pregunta un 6,7 % del grupo convencional y un 6,7 % del grupo Sinergy también contestaron “bastantes veces”.

-OHIP-4. En cuanto a la pregunta de incomodidad a la hora de comer: en los tres grupos rara vez difieren incomodidad. El mayor porcentaje del grupo convencional (53,3 %), del grupo autoligado (60 %) y del grupo Sinergy (40 %) contesta “rara vez” a esa pregunta. Un 3,3 % del grupo Sinergy refiere bastantes veces incomodidad a la hora de comer.

-OHIP-5. En cuanto a la timidez, la mayoría del grupo convencional (63,3 %) y del grupo de autoligado (63,3 %) no presentan timidez. Sin embargo, en el grupo Sinergy ocasionalmente presenta timidez (36,7 %) pero con un % muy similar a la respuesta rara vez (30 %) y nunca (30 %). Solo presenta timidez bastantes veces un 3,3 % que pertenecen al grupo Sinergy.

-OHIP-6. En cuanto a la preocupación, la mayoría del grupo convencional (33,3 %) y del grupo autoligado (53,3 %) nunca presentan preocupación, aunque seguido por un porcentaje muy cercano en el que rara vez presentan preocupación (30,0 %) el grupo convencional y (43,3%) el

grupo autoligado. La mayoría del grupo Sinergy rara vez presenta preocupación (63,3 %). Solo un 3,3 % presenta preocupación bastantes veces (grupo Sinergy).

-OHIP-7. En cuanto a la insatisfacción con la alimentación que llevan, igual que en la pregunta anterior, la mayoría del grupo convencional (60 %) y del grupo autoligado (56,7 %) nunca presentan insatisfacción con la alimentación, aunque seguido por un porcentaje muy cercano en el que rara vez presentan insatisfacción (40 %) grupo convencional y un (43,3 %) grupo autoligado. La mayoría del grupo Sinergy rara vez presenta insatisfacción (63,3%) seguido por un (20 %) en el que ocasionalmente la presenta. No hay ningún paciente de ninguno de los tres grupos que presente insatisfacción bastantes veces ni muchas veces.

-OHIP-8. En cuanto a la interrupción de las comidas, en el grupo convencional existen coincidencias de porcentaje (46,7 %) entre los pacientes que nunca interrumpen las comidas y los que rara vez lo hacen. En el grupo autoligado la mayoría (60 %) nunca interrumpe las comidas, igual que en el grupo Sinergy (40 %), seguidos ambos grupos por un porcentaje de (33,3 %) de pacientes que rara vez interrumpen la comida. En el grupo Sinergy también se registra un % del (26,7 %) de pacientes que interrumpen la comida ocasionalmente. No se registran datos en ninguno de los tres grupos que interrumpan la comida bastantes veces ni muchas veces.

-OHIP-9. En cuanto a la tensión y la ansiedad en los tres grupos de estudio, la mayoría de los pacientes (80 %) convencional un (86,7 %) y autoligado un (60 %), nunca presentan tensión ni ansiedad en el primer mes de tratamiento. Hay un porcentaje menor de pacientes que rara vez presentan tensión y ansiedad, concretamente un (20 %) en el grupo convencional, un (13,3 %) en el grupo autoligado y un (40 %) en el grupo Sinergy. Ningún paciente de ningún grupo presenta tensión ni ansiedad: ocasionalmente, bastantes veces y muchas veces.

-OHIP-10. En cuanto a la vergüenza o lástima, la mayoría de los pacientes nunca presenta estas sensaciones. Grupo convencional (90 %), grupo autoligado (80 %) y grupo Sinergy (66,7 %). Un porcentaje menor en los tres grupos presenta rara vez vergüenza o lástima, grupo convencional (10,0 %), grupo autoligado (20,0 %) y grupo Sinergy (33,3 %). En ninguno de los tres grupos los pacientes experimentaron estas sensaciones ocasionalmente, bastantes veces ni muchas veces.

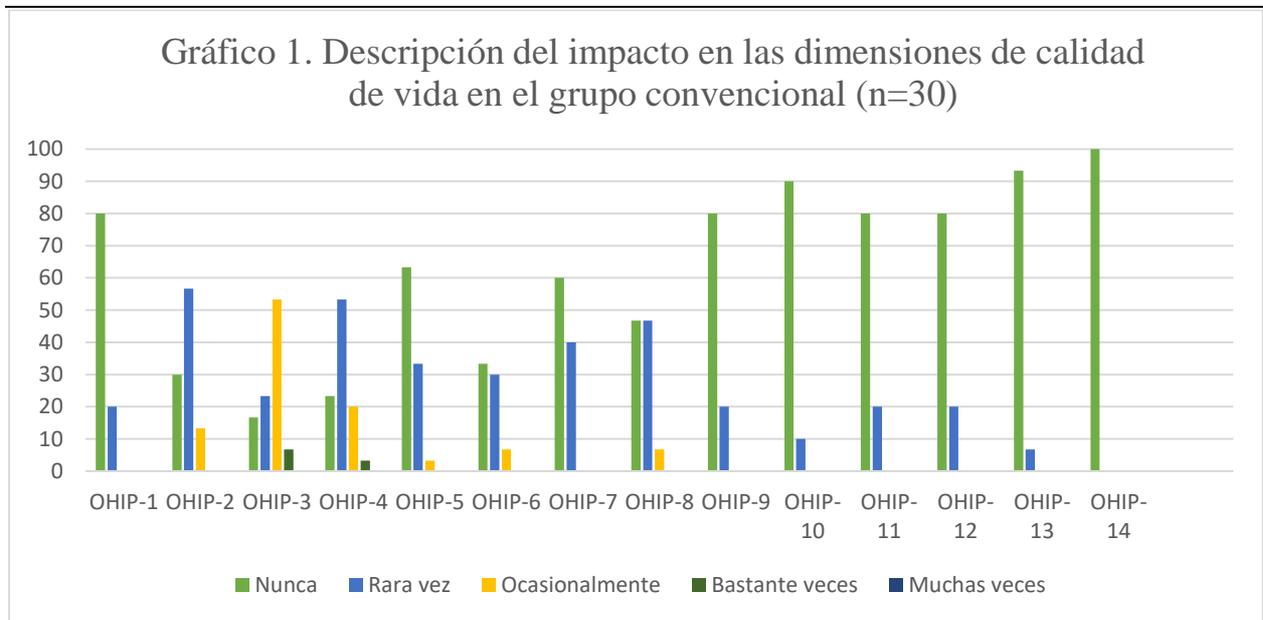
-OHIP-11. En cuanto a la susceptibilidad e irritabilidad con los demás, sigue los mismos patrones anteriores. Los pacientes solo tienen este tipo de sensaciones raras veces o nunca, siendo mayores los porcentajes de pacientes que nunca experimentan estas sensaciones en los tres grupos, convencional (80 %), autoligado (93,3 %) y Sinergy (63,3 %). Frente al % de pacientes que presenta raras veces estas sensaciones: convencional (20 %), autoligado (6,7 %) y Sinergy (36,7 %).

-OHIP-12. En cuanto a las alteraciones de las tareas u ocupaciones, la mayoría de pacientes no lo ven alterado nunca, como registran los siguientes valores: convencional (80 %), autoligado (83,3 %) y Sinergy (83,3 %). Es menor el % de pacientes que rara vez lo ven alterado: convencionales (20,0 %), autoligado (16,7 %) y Sinergy (16,7 %).

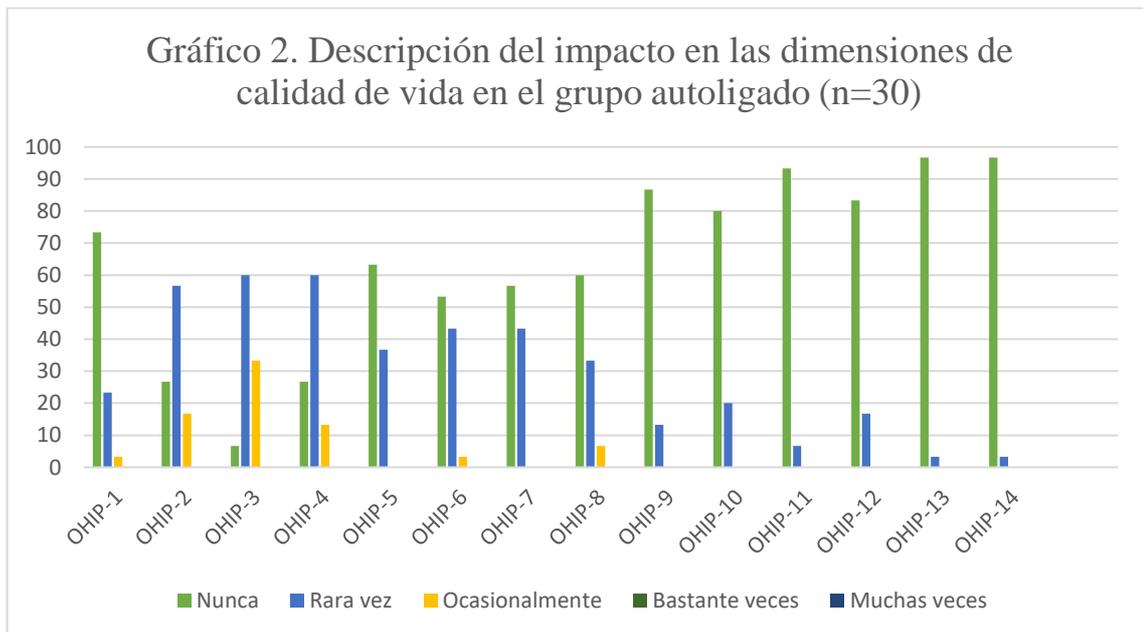
-OHIP-13. En cuanto a la sensación de tener una vida menos satisfactoria, prácticamente todos los pacientes nunca presentan esta sensación con porcentajes altos: convencional (93,3%), autoligado (96,7%) y Sinergy (93,3%).

-OHIP-14. En cuanto a si los pacientes son incapaces de llevar una vida normal, solo un 3,3% de pacientes del grupo autoligado rara vez son incapaces de llevar una vida normal. El resto de pacientes nunca experimentó esta sensación.

Se han realizado unas gráficas en el que se analiza el OHIP-14 de cada grupo en el que se aprecia gráficamente las respuestas de los pacientes de cada grupo (n=30).

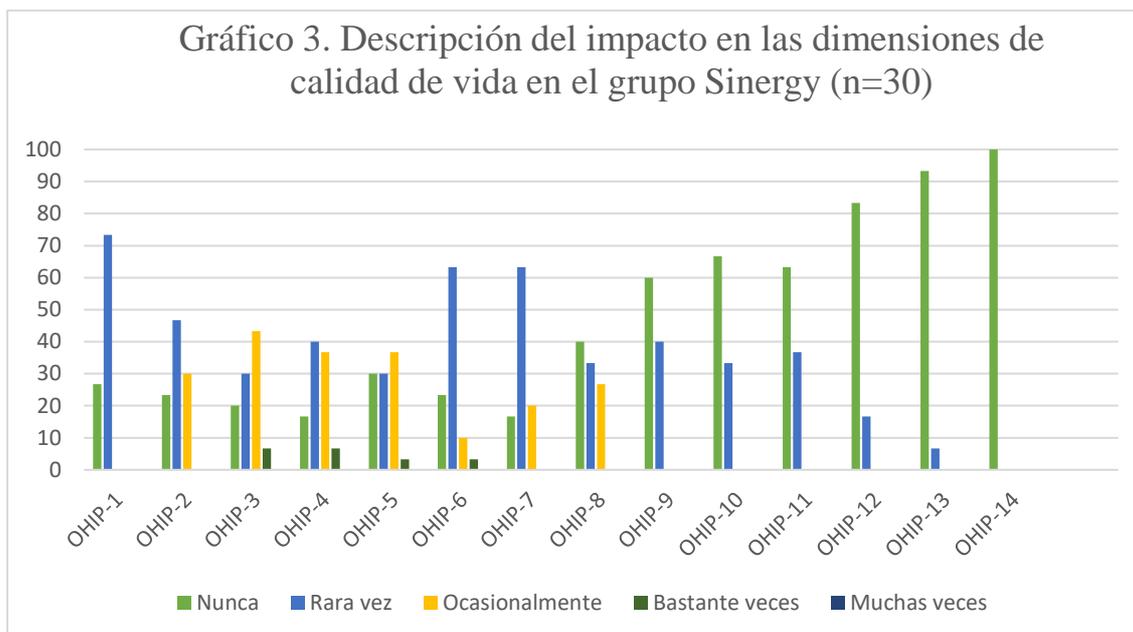


Se observa en el Gráfico 1 como la respuesta mayoritaria fue “nunca”, excepto en las preguntas del OHIP-2 (presentan mal sabor de boca) en la que la respuesta que predomina es “rara vez”. En el OHIP-3 (si tienen sensación de molestia o dolor) la respuesta mayoritaria fue “ocasionalmente” y en el OHIP-4 (incomodidad a la hora de comer) la respuesta mayoritaria fue “rara vez”. En la respuesta OHIP-14 (discapacidad de llevar una vida normal), el total de los pacientes respondió que el tratamiento de ortodoncia no les impedía llevar una vida normal.



En la Gráfico 2 se observa, al igual que en el anterior, que la respuesta mayoritaria fue “nunca”, excepto en las preguntas del OHIP-2 (presentan mal sabor de boca) en la que la respuesta que predomina es “rara vez”. En el OHIP-3 (si tienen sensación de molestia o dolor) la respuesta

mayoritaria fue también “rara vez” y en el OHIP-4 (incomodidad a la hora de comer) la respuesta mayoritaria fue “rara vez”.



En la Gráfico 3, observamos como hay 7 preguntas en las que la respuesta mayoritaria fue “nunca” y otras 7 preguntas en las que no, como fueron las siguientes: en OHIP-1 (problemas al pronunciar correctamente), la respuesta mayoritaria fue “rara vez”, en OHIP-2 (presentan mal sabor de boca), la respuesta que predomina es “rara vez”, en OHIP-3 (si tienen sensación de molestia o dolor), la respuesta mayoritaria fue “ocasionalmente”, en OHIP-4 (incomodidad a la hora de comer), la respuesta mayoritaria fue “rara vez”, en OHIP-5 (timidez), la respuesta mayoritaria fue “ocasionalmente”, en OHIP-6 (preocupación), la respuesta mayoritaria fue “rara vez” y en OHIP-7 (insatisfacción con la alimentación que lleva), la respuesta mayoritaria fue “rara vez”.

## 5.7. COMPARACIÓN DEL IMPACTO EN LAS DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA ENTRE GRUPOS SEGÚN CUESTIONARIO OHIP-14

Para el estudio de la comparación del impacto en las dimensiones de calidad de vida entre los grupos (Tabla 37), hemos utilizado el sumatorio de los ítems registrados como ocasional o más frecuentemente.

**Tabla 37. Comparación del impacto en las dimensiones de calidad de vida entre grupos según cuestionario OHIP-14 (n=90)**

	Convencional		Autoligado		Sinergy		Total		
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	
OHIP – Limitación funcional	0.1	0.3	0.2	0.4	0.3	0.5	0.2	0.4	ANOVA F:1.3 ; gl: 2; p-valor: 0.289
OHIP – Dolor *	0.8	0,7	0.5	0.6	0.9	0.8	0.7	0.7	ANOVA F:3.8 ; gl:2 ; p-valor: 0.026
OHIP – Discomfort Psíquico **	0.1	0.3	0.0	0.2	0.5	0.7	0.2	0.5	ANOVA F:11.2 ; gl:2 ; p-valor: <0.001
OHIP - Discapacidad física **	0.1	0.3	0.1	0.3	0.5	0.7	0.2	0.5	ANOVA F:8.1 ; gl:2 ; p-valor: 0.001
OHIP – Discapacidad psicológica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0,0	ANOVA gl:2

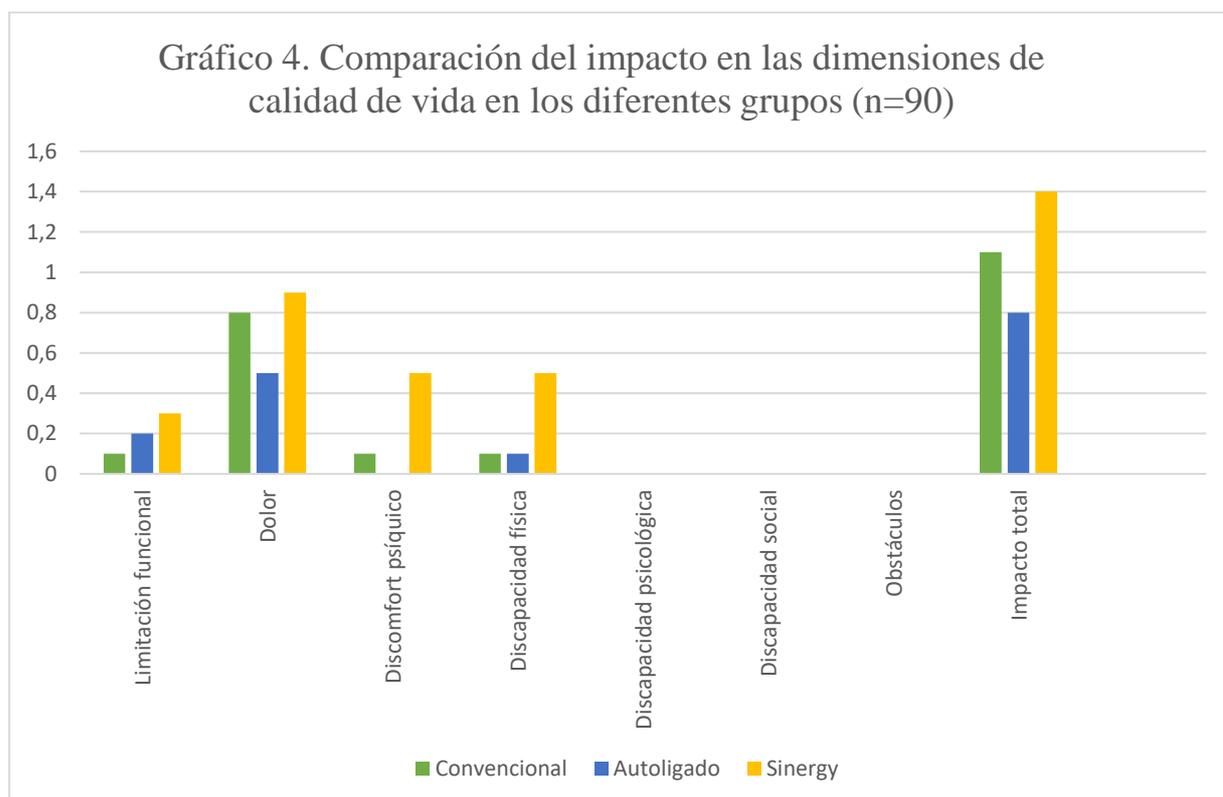
**Tabla 37. Comparación del impacto en las dimensiones de calidad de vida entre grupos según cuestionario OHIP-14 (n=90)**

	Convencional		Autoligado		Sinergy		Total		
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	
OHIP – Discapacidad social	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ANOVA gl:2
OHIP – Obstáculos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ANOVA: gl: 2
Impacto total **	1.1	0.8	0.8	2.2	1.4	0.7	1.3	1.2	ANOVA F: 16.9; gl: 2; p-valor: <0.001
<p><b>*Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.05)</b></p> <p><b>**Resultados estadísticamente significativos (p&lt;0.01)</b></p> <p><b>a, b, c letras superíndices distintas en las filas señalan en qué grupos se dan las diferencias significativas con pruebas Post Hoc de Bonferroni</b></p>									

Tras analizar la Tabla 37, podemos observar diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.01$  a nivel de dolor, disconfort psíquico, discapacidad física y en el impacto total. Existen diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.05$  en el dolor. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones de limitación funcional.

Cabe destacar que el impacto que describen los pacientes en las dimensiones de: discapacidad psicológica, discapacidad social y obstáculos es nula en los tres grupos de estudio.

En cuanto al resto de dimensiones, podemos generalizar que tanto en la limitación funcional ( $0,3 \pm 0,5$ ); como en el dolor ( $0,9 \pm 0,8$ ); disconfort psíquico ( $0,5 \pm 0,7$ ) y discapacidad física ( $0,5 \pm 0,7$ ) el grupo que presenta mayor impacto es el grupo Sinergy. Seguido en algunos casos por el grupo autoligado como en la limitación funcional y, en otros casos, por el grupo convencional como en el dolor, disconfort psíquico, aunque las diferencias entre el grupo convencional y autoligado son mínimas, presentando en la discapacidad física el mismo valor ( $0,1 \pm 0,3$ ). En cuanto al impacto total, es también el grupo Sinergy el que presenta mayor valor ( $1,4 \pm 0,7$ ), seguido del grupo convencional ( $1,1 \pm 0,8$ ) y por último del grupo autoligado ( $0,8 \pm 2,2$ ).



En el Gráfico 4, podemos apreciar visualmente como el grupo Sinergy presenta mayor impacto en todas las categorías con respecto al grupo convencional y autoligado

# **DISCUSIÓN**



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1.- VALIDEZ INTERNA

Hemos realizado un ensayo clínico aleatorizado de un mes de evaluación y seguimiento. Los pacientes que precisaban un tratamiento ortodóncico fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres grupos de estudio (grupo de brackets convencionales de slot 0.022”; grupo de brackets autoligables 0.022” y grupo de brackets de baja fricción de slot 0.022”).

La aleatorización del estudio no influye en la calidad del tratamiento ortodóncico aplicado al paciente ni en el tiempo de tratamiento. Los pacientes se encontraban enmascarados respecto al sistema de brackets que portaban.

Por el propio diseño del estudio y los objetivos previstos, ha sido posible realizar un estudio controlado debido a que contamos con un grupo control (brackets convencionales 0.022”) y se ha podido comparar con los grupos de brackets autoligables 0.022” y con el grupo de brackets de baja fricción 0.022”.

Tras la revisión de la literatura científica, hasta nuestro conocimiento no existen trabajos publicados que analicen dolor e impacto en la calidad de vida de los pacientes en tratamiento con brackets autoligables frente al tratamiento con brackets de baja fricción convencionales.

#### 6.1.1.-SELECCIÓN MUESTRAL

El tamaño de la muestra final incluida en nuestro estudio fue de 90 pacientes (3 grupos de 30). Esta muestra era muy similar a la encontrada en la mayoría de los artículos revisados, ya que en estos trabajos se estudian tamaños muestrales de entre 30 y 90 pacientes.

En los estudios que cuantifican el dolor en ortodoncia, la población estudiada oscila en investigaciones con tamaños muestrales de 18 pacientes hasta estudios más amplios de aproximadamente 139 (Miles PG y cols., 2006; Scott P y cols., 2008; Fleming PS y cols., 2009; Pringle AM y cols., 2009; Bertl MH y cols., 2013; Piao Z y cols., 2014; Johal A y cols., 2018).

En los estudios de calidad de vida oral, las muestras estudiadas de pacientes van desde 60 hasta estudios de casi 300 sujetos (Ngan P y cols., 1989; Taylor KR y cols., 2009; Chen M y cols., 2010; Gazit- Rappaport T y cols., 2010; Liu Z y cols., 2011; Mansor N y cols., 2012; Kazaz RC y cols., 2013; Feu D y cols., 2013; Zhou Y y cols., 2014; Othman SA y cols., 2014; Lai T-T y cols., 2017).

Los pacientes fueron tratados en su totalidad en clínicas dentales privadas por distintos operadores, pero siguiendo los mismos criterios de inclusión o exclusión y el mismo protocolo clínico de tratamiento. Participar varios operadores nos ha permitido obtener un tamaño muestral amplio.

En cuanto a la edad, los pacientes de nuestro estudio presentan un rango de edad desde pacientes adolescentes (14 años), hasta pacientes adultos (la mayor edad registrada fue 44 años). La edad media de la muestra es de  $21 \pm 7,5$ .

### **6.1.2.-SELECCIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Tras nuestra revisión bibliográfica, encontramos numerosos estudios que analizan el dolor en ortodoncia. La mayoría de ellos en pacientes portadores de ortodoncia fija convencional vestibular que se compara con grupos de brackets de autoligado.

Además, también encontramos estudios que comparan las diferentes técnicas de brackets: velocidad de cambios de arcos, diferencias de tiempo de sillón, etc.

La mayoría de los estudios comparan brackets convencionales con brackets autoligables: Eberting JJ y cols., 20011; Miles PG y cols., 2006; Miles PG y cols., 2007; Turnbull NR y cols., 2007; Paduano S y cols., 2008; Pandis N y cols., 2008; Scott P y cols., 2008; Fansa M y cols., 2009; Fleming PS y cols., 2010; Pandis N y cols., 2011; DiBiase AT y cols., 2011; Desphande P y cols., 2012; Johansson K y cols., 2012; Prettyman C y cols., 2012; Celar A y cols., 2013; Fleming PS y cols., 2013; Songra G y cols., 2014; Yu Z y cols., 2014; Reddy VB y cols., 2014; Pasha A y cols., 2015; Celikoglu M y cols., 2015; O'Dwyer L y cols., 2016.

Hay pocos estudios que comparan brackets de baja fricción. La mayoría de los estudios que comparan brackets de baja fricción con brackets convencionales o con brackets de autoligado son *in vitro*: Redlich M y cols., 2003; Yeh CL y cols., 2007; Stefanos S y cols., 2010; Crincoli V y cols., 2013; Montasser MA y cols., 2013; Nucera R y cols., 2013; Montasser MA y cols., 2014; Holtman S y cols., 2014; Montasser MA y cols., 2015.

En cuanto a los estudios comparativos entre las diferentes técnicas de brackets y su relación con el dolor y la calidad de vida, la mayoría de ellos estudian brackets convencionales: Jones M y cols., 1992; Fernandes LM y cols., 1998; Ambekar A y cols., 2014; Markovick E y cols., 2015; Zheng B y cols., 2016.

Hay otros estudios que comparan brackets autoligables con brackets convencionales y si existen diferencias en cuanto al dolor o a la calidad de vida en ambas técnicas: Rahman S y cols.,

2016; Miles PG y cols., 2006; Scott P y cols., 2008; Pringle AM y cols., 2009; Fleming PS y cols., 2009; Bertl MH y cols., 2013; Piao Z y cols., 2014; Johal A y cols., 2018.

### **6.1.3.-VARIABLES DE ESTUDIO SUBJETIVAS**

Se ha realizado un seguimiento sobre cada paciente tras el inicio del tratamiento de ortodoncia, con el objetivo de conseguir que exista una fiabilidad y veracidad en la información que ha sido completada por los pacientes a través de los diferentes cuestionarios que fueron facilitados. Toda la información obtenida de los pacientes se ha considerado verdadera.

Este estudio pretende comparar las diferencias en el dolor (tipo, localización, etc.) y en la calidad de vida oral de los pacientes portadores de ortodoncia. Tanto el dolor como la calidad de vida oral, dos conceptos subjetivos y su percepción está influenciada por diferentes factores independientes de cada individuo. Los factores que influyen en la percepción y descripción del dolor son la edad, el género, el estado emocional del sujeto, el estrés, fuerza aplicada, tipo de aparatología, umbral de dolor individual, diferencias culturales o las experiencias desagradables previas del paciente (Ngan P y cols., 1989; Brown DF y cols., 1991; Scheurer PA y cols., 1996; Firestone AR y cols., 1999; Erdin AME y cols., 2004; Bergius M y cols., 2000; Krishnan V., 2007).

La mayor parte del dolor y de las molestias se informan durante los primeros días de tratamiento, además de la experiencia del dolor durante el tratamiento de ortodoncia. El miedo al dolor también puede ser un gran problema, ya que contribuye a la no realización del tratamiento de ortodoncia y es una de las preocupaciones de los padres (Oliver RG y cols., 1985; Kluemper GT y cols., 2002; Krishnan V y cols., 2007).

Revisando la literatura se comprueba que todos los tratamientos de ortodoncia producen algún tipo de molestia en los pacientes, siendo esta mayor en los aparatos fijos que en los removibles. Las principales molestias experimentadas por los pacientes tras la colocación de la ortodoncia fija son: sensación de presión, tensión, dolor en los dientes y color como tal (Ngan P y cols., 1989). Sin embargo, las dos partes más importantes del dolor en ortodoncia: duración e intensidad, a menudo se ignoran.

Los estudios publicados sobre el impacto de la calidad de vida oral de los pacientes con ortodoncia son escasos en la actualidad. La calidad de vida oral puede estar influenciada por la cultura y entorno social de los pacientes (Chen M y cols., 2010; Mansor N y cols., 2012). Hay otros autores como Ong E., en 2011 que no encuentran que el deterioro de la calidad de vida esté asociado al género, apiñamiento inicial o edad. La descripción de la experiencia dolorosa de los

pacientes es diferente en cada sujeto y muy variable. Esta percepción por parte de los sujetos también está influenciada por comentarios que pueda realizar el profesional sanitario durante el tratamiento. El ortodoncista debe informar a los pacientes antes del tratamiento de ortodoncia que pueden experimentar un deterioro temporal de su calidad de vida (Lena Y y cols., 2017).

Estudiar la calidad de vida en pacientes ortodóncicos tiene el potencial de proporcionar información sobre las necesidades y los resultados del tratamiento, y también puede facilitar una mejor atención. Los clínicos deben por lo tanto tener en cuenta algunas de las formas en que se puede evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (Cunningham SJ y cols., 2001).

Tras haber realizado una revisión de la literatura, la mayoría de los estudios concluyen que la calidad de vida tiene un peor impacto en las primeras etapas de tratamiento, en las que en ocasiones también los pacientes recurren a tratamiento con analgésicos y cómo en etapas más avanzadas va mejorando. En la mayoría de los estudios no hay diferencias significativas entre el sexo y la edad. La mayoría de los estudios publicados describen resultados obtenidos durante los primeros siete días tras iniciar el tratamiento. Son escasos los trabajos que evalúan la calidad de vida oral a partir de la primera semana de tratamiento. En nuestro estudio analizamos la calidad de vida oral al mes del inicio del tratamiento.

Los estudios anteriormente publicados, en su mayoría analizan independientemente la calidad de vida oral de los pacientes con ortodoncia y el dolor que estos experimentan. Son escasos los estudios que evalúan conjuntamente estos dos parámetros. Por ello vamos a evaluar conjuntamente estos dos parámetros y a analizar sus relaciones.

#### **6.1.4.-EMPLEO DE LA ESCALA VISUAL ANALÓGICA Y CUESTIONARIO DEL DOLOR**

En la literatura encontramos diferentes métodos para medir el dolor en los tratamientos de ortodoncia. Hay un sistema de clasificación bien definido para el dolor propuesto por Burstone que clasificó la respuesta dolorosa de ortodoncia en dos maneras: dependiendo de la relación de aplicación de fuerza con el dolor y de acuerdo con el tiempo de inicio (Burstone CJ., 1962).

Hay varios métodos para el estudio del dolor en ortodoncia. Estos varían entre encuestas tradicionales con cuestionarios, calificación con VAS (Linacre JM., 1998), MPQ (Melzack R., 1975), VRS (Jones M y cols., 1992) y algómetros (Simmons KE y cols., 1992).

Sin embargo, el más utilizado es la escala analógica visual (VAS); ya que es una herramienta útil y sencilla que cuantifica el dolor que experimenta el paciente durante los diferentes momentos del tratamiento. Esta escala visual analógica es el sistema de cuantificación

del dolor que describen los pacientes más empleado en la literatura científica biomédica. La mayoría de los estudios revisados emplean esta escala para cuantificar el dolor en ortodoncia (Fleming PS y cols., 2009; Kluemper GT y cols., 2002; Bergius M y cols., 2000).

### **6.1.5.-EMPLEO DEL CUESTIONARIO OHIP-14**

En los últimos años se han desarrollado varios cuestionarios que permiten evaluar la calidad de vida oral de los pacientes. Entre los índices de calidad de vida oral más destacados se encuentran: *Dental Impacts on Daily Living (DIDL)*, *Oral Impacts on Daily Performance (OIDP)* (Impactos Orales en la Actividad Diaria) y *Oral Health Impact Profile (OHIP)* (Perfil de Impacto en Salud Oral) (Peker I y cols., 2014; Leao A y cols., 1996).

El cuestionario OHIP es el cuestionario mayoritariamente empleado en los estudios publicados y es el utilizado en nuestro estudio. Varios de los artículos estudiados han utilizado este cuestionario (De Oliveira CM y cols., 2004; Chen M y cols., 2010; Liu Z y cols., 2011; Mansor N y cols; 2012; Feu D y cols; 2013; Zhou Y y cols., 2014; Othman SA y cols., 2014; Andiappan N y cols., 2015; Lai T-T y cols., 2017)

Este cuestionario OHIP ha sido anteriormente validado en nuestro medio para su empleo en pacientes adultos (Montero-Martín J y cols., 2009).

Hemos utilizado este cuestionario por su facilidad a la hora de completarlo por parte de los pacientes debido a su sencillez de análisis.

### **6.1.6.-TIEMPO DE SEGUIMIENTO**

En este estudio se realizó un tiempo de seguimiento de un mes en el que se ha analizado el dolor que experimentan los pacientes desde las primeras cuatro horas, tras el inicio del tratamiento de ortodoncia, a las ocho horas, veinticuatro horas, un día y así sucesivamente hasta los siete primeros días. También se registraron los datos del día 8. En cuanto al cuestionario de calidad de vida oral de los pacientes, el cuestionario se facilitó al mes de comenzar el tratamiento.

La mayor parte de los estudios analizados, también cuantifican el dolor de los pacientes durante el tratamiento de ortodoncia con un seguimiento similar de siete días (Scott P y cols., 2008; Pringle AM y cols., 2009; Fleming PS y cols., 2009; Piao Z y cols., 2014; Johal A y cols., 2018).

Sin embargo, respecto al tiempo de seguimiento en la evaluación de la calidad de vida oral, los diferentes estudios muestran tiempos muy diferentes que van desde el estudio de la calidad de vida en las primeras veinticuatro horas, hasta estudios que evalúan la calidad de vida durante todo

el tratamiento de ortodoncia (Ngan P y cols., 1989; De Oliveira CM y cols., 2004; Bernabé E y cols., 2008; Hassan y cols., 2010; Chen M y cols., 2010; Taylor KR y cols., 2009; Liu Z y cols., 2011; Mansor N y cols., 2012; Kazaz RC y cols., 2013; Feu D y cols., 2013; Zhou Y y cols., 2014; Othman SA y cols., 2014; Andiappan M y cols., 2015; Kragtl L y cols., 2016; Lai T-T y cols., 2017).

En nuestro estudio únicamente realizamos una evaluación de la calidad de vida durante el tratamiento de ortodoncia en el primer mes de comenzar el tratamiento.

### **6.1.7.-LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

En nuestro estudio se analiza tanto el dolor en los diferentes periodos de tiempo (4 horas-8 días) como la calidad de vida. Sin embargo, la calidad de vida únicamente se ha evaluado en un único punto (al mes del inicio del tratamiento). No se consideró necesario aumentar el estudio de la calidad de vida oral en diferentes momentos temporales según los objetivos de este proyecto.

En este estudio se ha evaluado el estado periodontal del paciente, así como el biotipo para analizar si tiene algún tipo de influencia en la percepción dolorosa. Sin embargo, no se ha desarrollado un estudio de la patología dental de cada paciente, ya que no se considera que pueda influir en los objetivos de nuestro estudio.

Se han excluido del estudio aquellos pacientes que durante o previo al tratamiento, hayan consumido algún tipo de analgésico o antiinflamatorio, ya que el consumo de estos fármacos puede influir en los resultados obtenidos.

Hay una serie de estudios en los que se analizan aquellos pacientes que han tomado analgésicos y/o antiinflamatorios tras el inicio del tratamiento de ortodoncia, evaluando la eficacia de los mismos (Ngan PW y cols., 1994; Polat O y cols., 2005; Salmassian R y cols., 2009; Gupta M y cols., 2014). Se necesita más investigación para poder comparar y evaluar el tratamiento preventivo versus el postratamiento (Monk AB y cols., 2017).

No se han tenido en cuenta a la hora de realizar el análisis de la percepción dolorosa ni el análisis de la calidad de vida, variables que hayan podido influir como: entorno del paciente, nivel de estrés, umbral de dolor o experiencias anteriores del paciente en la consulta dental.

## 6.2.- VALIDEZ EXTERNA

El protocolo de nuestro estudio es muy similar a otros trabajos publicados, tanto los cuestionarios de dolor como el de calidad de vida son los más empleados en la literatura.

En cuanto a los protocolos de tratamiento de ortodoncia: técnica, tiempo y forma de cementado se basan en protocolos aceptados universalmente en la literatura científica.

## 6.3.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 6.3.1. PRINCIPALES HALLAZGOS

La muestra del estudio comprende un total de 90 pacientes con una edad media de  $21 \pm 7,5$ . El rango de edad mínima de los participantes es de 14 años y la máxima de 44, por tanto, es muy similar a la media de los estudios que hemos analizado, en los que los rangos de edad van de 14-35 años.

En cuanto a la distribución de los pacientes, según el género, un 62,2 % son mujeres frente a un 37,8 % que son hombres. También podemos observar similitudes con los estudios revisados en los que se encuentra una relación de 3:1 con predominio del sexo femenino.

No se encuentran artículos tras revisar la literatura, en los que se estudie la influencia del biotipo periodontal y de la patología periodontal sobre el dolor en ortodoncia con los diferentes tipos de aparatología, por lo que es un dato novedoso.

La mayoría de estudios que comparan diferentes tipos de brackets comparan brackets convencionales con brackets autoligables (Eberting JJ y cols., 2001; Miles PG y cols., 2006; Turnbull NR y cols., 2007; Miles PG y cols., 2007; Pandis N y cols., 2008; Paduano S y cols., 2008; Scott P y cols., 2008; Fansa M y cols., 2009; Fleming PS y cols., 2010; Pringle AM y cols., 2009; DiBiase AT y cols., 2011; Johansson K y cols., 2012; Deshpande A y cols., 2012; Prettyman C y cols., 2012; Fleming PS., 2013; Bertl MH y cols., 2013; Songra G y cols., 2014; Yu Z y cols., 2014; Piao Z y cols., 2014; Celikoglu M y cols., 2015; O'Dywer L y cols., 2016; Rahman S y cols., 2016).

Solo hay un estudio que compara brackets autoligables con brackets de baja fricción: Yeh CL y cols., 2007.

Hay un número menor de estudios que comparan los 3 tipos de brackets: convencionales, autoligado y baja fricción, aunque muchos de ellos son estudios *in vitro* (Redlich M y cols., 2003; Stefanos S y cols., 2010; Montasser MA y cols., 2013; Nucera R y cols., 2013; Crincoli V y cols., 2013; Montasser MA y cols., 2014; Holtman S y cols., 2014; Montasser MA y cols., 2015).

### **6.3.2. DOLOR EN ORTODONCIA**

Tras revisar la literatura, observamos que el dolor aparece tras el comienzo del tratamiento de ortodoncia y que las características de este dolor son subjetivas de cada paciente (intensidad, tipo y localización, entre otros).

Hay estudios como el de Lew KK., en 1993, en el que se describe como los pacientes experimentan dolor e incomodidad durante cada paso del tratamiento. También debemos tener en cuenta que la lesión de los tejidos blandos y heridas causadas por aparatos de ortodoncia cursan con dolor (Kvam y cols., 1987). El dolor en ortodoncia es el efecto más negativo derivado de la aplicación de fuerzas, y es uno de los inconvenientes a la hora de iniciar el tratamiento de ortodoncia (Krishnan V., 2007; Oliver RG y cols., 1985; Kluemper GT y cols., 2002; Asham AA y cols., 2004; Keim RG., 2004). Encuestas realizadas para determinar la experiencia del dolor en ortodoncia lo han calificado como un elemento disuasivo clave para el tratamiento de ortodoncia y una razón importante para suspender el tratamiento (Haynes S., 1974; Oliver RG y cols., 1985; Kluemper GT y cols., 2002). El dolor durante el tratamiento de ortodoncia es uno de los principales miedos y temores de los pacientes (O'Connor PJ., 2000). Todo procedimiento de ortodoncia creará tensión y compresión dando lugar a una respuesta dolorosa por parte del paciente (Krishnan V., 2007).

El dolor experimentado por los pacientes no parece estar directamente relacionado con la magnitud de la fuerza ejercida. Esta también depende del bienestar psicológico del individuo (Dubner R., 1968; Brown DF y cols., 1991; Sergl HG y cols., 1998; Bergius M y cols., 2000).

La mayor parte de pacientes informan de un dolor mayor en dientes anteriores que posteriores, debido a las diferencias de la superficie de raíz, mayor participación de estos dientes durante la nivelación y mayor uso de dientes anteriores para morder (Krishnan V., 2007). Sin embargo, en nuestro estudio la localización principal del dolor en los tres grupos de estudio fue mandibular anterior, aunque esta era mayor en el grupo convencional y autoligado y menor en el grupo Sinergy; seguida de la localización biarcada anterior (en la que dependiendo del periodo de tiempo, es más acentuada en un grupo que en otro). En la localización maxilar anterior el grupo Sinergy es el que registró valores más altos.

Factores como la motivación y las expectativas pueden jugar un papel particularmente poderoso en el tratamiento de ortodoncia, ya que constituyen un poderoso filtro que actúa sobre la percepción, evaluación y experiencia del dolor. Otro de los factores cognitivos importantes relacionados con el dolor son las creencias, atención / distracción, y la sensación de control que se relaciona con factores como recibir información, predicción y memoria (Bergius M y cols., 2000).

La mayoría de los trabajos analizados concluyen que el dolor que experimentan los pacientes tras la colocación inicial del arco aparece 4 horas después y alcanza su punto máximo a las 24 y 48 horas tras el inicio del tratamiento (dependiendo del tipo de aparatología). El dolor generalmente durará de 2 a 3 días e irá disminuyendo progresivamente hasta alcanzar niveles mínimos a los 7 días. Varios autores han confirmado estos hallazgos (Ngan P y cols., 1989; Jones M y cols., 1992; Scheurer P y cols., 1996; Firestone AR y cols., 1999; Erdiñç AME y cols., 2004; Polat O y cols., 2005; Scott P y cols., 2008; Campos MJS., 2013; Ambekar A y cols., 2014; Markovick E y cols., 2015; Rahaman S y cols., 2016; Johal A y cols., 2018).

En nuestro estudio también se observa como el dolor va aumentando desde las 4 horas hasta alcanzar el pico máximo a las 24 horas (en el grupo convencional y Sinergy) y a los 2 días (en el grupo autoligado); en todos los periodos de tiempo estudiados el grupo que registra valores mayores de dolor es el Sinergy y es también el único grupo que registra valores a más de 7 días. Tras el análisis de los artículos encontrados, no se registraron diferencias significativas entre el tipo de dolor experimentado entre brackets convencionales, baja fricción y autoligado (Scott P y cols., 2008; Fleming PS y cols., 2009; Piao Z y cols., 2014; Johal A y cols., 2018). Si hay algún estudio que registró menor dolor en brackets autoligables que en brackets convencionales (Pringle AM y cols., 2009). Otros estudios, sin embargo, registraron que la inserción y desinserción de arcos rígidos rectangulares es más doloroso con brackets autoligables que con brackets convencionales (Bertl MH y cols., 2013; Fleming PS y cols., 2009) y que en los arcos iniciales el soporte autoligable registra menos dolor pero en los arcos más gruesos, se registra más dolor (Miles PG y cols., 2006).

En nuestro estudio también se realizó una comparación del dolor ordinal por grupos hasta los 8 días, en el que a las 4 horas de tratamiento el grupo que más dolor registra es el Sinergy. A partir de este momento y hasta las 24 horas se observa cómo va aumentando el dolor a valores que oscilan entre dolor leve-moderado y cómo va aumentando el dolor moderado en los tres grupos. Sin embargo, a partir de los 2 días, va disminuyendo el dolor moderado y aumentando el dolor leve hasta que a los 7 días hay ausencia de dolor moderado y a los 8 días ausencia de dolor leve, excepto en el grupo Sinergy. El grupo de brackets convencionales y autoligado presentan un comportamiento parecido.

En cuanto al tipo de dolor de nuestro estudio, el dolor más incidente es el tipo agudo, sensible y pulsátil y en el grupo Sinergy es en el único que se registran diferentes tipos de dolor hasta los 8 días.

### 6.3.3. INFLUENCIA DE LA EDAD Y EL GÉNERO

No existen diferencias estadísticamente significativas en nuestro estudio entre diferentes grupos de edad y el nivel de dolor o el impacto en su calidad de vida.

El efecto de la edad en la percepción del dolor durante el tratamiento de ortodoncia es difícil de comparar. En la mayoría de estudios los adultos expresan más dolor que los jóvenes (Jones ML y cols., 1985; Brown DF y cols., 1991; Jones M y cols., 1992; Scheurer P y cols., 1996; Fernandes LM y cols., 1998). En el estudio de Ngan P y cols., en 1989, compararon la percepción del dolor en preadolescentes, adolescentes y adultos, y encontraron que los adolescentes informaron un nivel más alto de dolor que preadolescentes y adultos.

Campos MJS y cols., en 2013, describen que los niños reportan dolor con menos frecuencia que los adultos, aunque con más intensidad.

Si analizamos la edad media por grupo, encontramos que la edad media más baja ( $20,4 \pm 5,9$  años) pertenece al grupo de brackets convencionales (GC), seguido del grupo Sinergy (GS) con una media de edad de ( $22,1 \pm 9,2$  años) y, por último, el grupo de brackets autoligables con una media de ( $22,7 \pm 7,2$  años). Encontrando que la edad mínima de los participantes es de 14 años y la edad máxima es de 44.

En cuanto a la influencia del género, en nuestro estudio no se han observado diferencias estadísticamente significativas en relación al sexo de los pacientes y su nivel de dolor e impacto de calidad de vida oral. Resultados similares observa Ingersoll BD., 1982 Jones ML., 1984; Zheng B y cols., 2016; Fernandez LM y cols., 1998; Abdelrahman RSH y cols., 2015. Estos concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel del dolor percibido por hombres frente a mujeres.

Sin embargo, otros estudios encuentran diferencias significativas entre hombres y mujeres, concluyendo que las mujeres expresan más dolor que los hombres (Ngan P y cols., 1989; Erdinç AME y cols., 2004; Krishnan V., 2007).

En nuestro estudio, la proporción de mujeres es superior al de los hombres en los tres grupos de estudio: en los pacientes de brackets convencionales (63,3 %), brackets autoligables (60,0 %) y brackets Sinergy (63,3 %).

### **6.3.4. INFLUENCIA DEL BIOTIPO PERIODONTAL Y DE LA PATOLOGÍA PERIODONTAL**

En nuestra revisión bibliográfica no hemos encontrado artículos publicados que evalúen el grado de influencia del biotipo periodontal (fino, medio y grueso) y la patología periodontal (sano, gingivitis y periodontitis) que presenta el paciente en relación al nivel de dolor e impacto en la calidad de la vida oral durante el tratamiento de ortodoncia.

En nuestro estudio comprobamos que casi existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la salud periodontal con un p-valor: 0.005. Ninguno de los tres grupos de estudio presenta pacientes con patología periodontal (periodontitis). En los tres grupos predominan los pacientes sanos (76,7 % convencional, 96,7 % autoligado y un 90,0 % Sinergy). Hay un grupo reducido que presenta gingivitis con rangos entre 23,3 % y el 3,3 %.

En cuanto al biotipo periodontal de la muestra de nuestro estudio comprobamos que existen diferencias estadísticamente significativas con un p-valor: < 0,001. El biotipo periodontal predominante en el grupo de convencional y de autoligado es el tipo medio (76,7 % en ambos grupos), seguido del fino (rango de 13,3 % en convencional y 16,7 % en autoligado) y del grueso (rango entre 10,0 % de convencional y el 6,7 % en autoligado). En el grupo de baja fricción (Sinergy) sin embargo, el biotipo predominante es el fino con un (70,0 %) seguido del biotipo medio (30,0 %) y ningún participante del grupo Sinergy presenta biotipo grueso (0,0 %).

No existe en la literatura científica revisada artículos publicados que evalúen el grado de influencia del biotipo y la patología periodontales que presenta el paciente en relación al nivel de dolor que experimentan los pacientes.

### **6.3.5.-INFLUENCIA DEL TIPO DE BRACKET EMPLEADO**

#### **A) TIEMPOS DE TRATAMIENTO**

En su estudio, Eberting JJ y cols., 2001, concluyeron que los brackets Damon SL tienen tiempo de tratamiento significativamente menores que los brackets convencionales; sin embargo, en la mayoría de los artículos no se encuentran diferencias entre la reducción de los tiempos de tratamiento, ni en cuanto a las diferencias de efectividad entre brackets convencionales y brackets autoligables (Fansa M y cols., 2009; Fleming PS y cols., 2010; DiBiase AT 2011; Johansson K y cols., 2012; Celar A y cols., 2012; Reddy VB y cols., 2014; Celikoglu M y cols., 2015; O'Dywer L y cols., 2016; Dehbi H y cols., 2017).

En 2006, Miles PG y cols. compraron también en su estudio brackets autoligables y brackets convencionales, concluyendo que los brackets Damon no son mejores en la alineación inicial que los brackets convencionales y que inicialmente el soporte Damon es menos doloroso en arcos iniciales, pero más doloroso en arcos de mayor grosor. Además, los brackets Damon se descementan con mayor frecuencia.

En 2012, Prettyman C y cols. concluyeron que preferían brackets convencionales en las etapas de finalización y detallado de tratamiento.

## **B) FRICCIÓN**

Por otro lado, según Crincoli y cols., demostraron que la fuerza de fricción liberada durante la mecánica de deslizamiento durante la fase de alineación utilizando diferentes tipos de brackets, mostró que los brackets convencionales (Dentsply Maillefer) tuvieron entre 5 - 6 veces mayor fricción que los brackets de autoligado (Damon 3 mx), Smart Clip (3M Unitek) y Time 3 (American Orthodontics) y el bracket de baja fricción (Synergy, Rocky Mountain Orthodontics) (Crincoli V y cols., 2013). En 2010, Stefanos S. y cols. también comprobaron que el sistema de brackets Damon presentaba valores de fricción más bajos seguido del grupo Sinergy.

En cuanto al cierre de espacio en masa entre brackets autoligables y convencionales, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Miles PG y cols., 2007; Songra G y cols., 2014)

Los trabajos publicados que evalúan brackets de baja fricción (Synergy) son escasos y la gran mayoría se trata de estudios *in vitro*. El estudio publicado más antiguo es del año 2003. Redlich M y cols. demostraron que los brackets de baja fricción tienen fricciones más bajas que los convencionales, pero también que no todos tienen “fricción reducida”. Aunque los fabricantes lo describan, existen diferencias entre los diferentes sistemas de brackets de baja fricción comercializados (Redlich M y cols., 2003). En 2013, Nucera R y cols. observaron que es preciso tener en cuenta el diseño de bracket de baja fricción y el arco empleado.

Yeh CL y cols. concluyeron que no existen diferencias significativas entre brackets de baja fricción y autoligado cuando se aplican rotaciones de segundo orden; sin embargo, sí existen en rotaciones de primer y tercer orden (estudio *in vitro*).

El uso de brackets de baja fricción (Synergy) con ligaduras elásticas produce la mínima fricción en el movimiento dental. Esta afirmación puede sugerir que también los pacientes experimentarán menor nivel de dolor (Crincoli V y cols., 2013).

En 2014, Holtmann S y cols., en su investigación *in vitro* entre brackets convencionales, baja fricción y autoligado, concluyeron que conducen a resultados correctivos equivalentes.

### **C) TIEMPOS DE SILLÓN**

La velocidad de los cambios de arco tanto (Turnbull NR y cols., 2007 como Paduano S y cols., 2008) concluyeron que el sistema de brackets autoligado era más rápido que el sistema de brackets convencionales y que ahorra tiempo de sillón. A esta conclusión también llegaron Desphande P y cols., 2012; aunque también comprobaron que los brackets autoligables se descementaban con mayor facilidad que los convencionales.

### **6.3.6.-INFLUENCIA DE TIPO DE ARCO EMPLEADO**

El dolor de ortodoncia es el efecto negativo más mencionado derivado de la aplicación de fuerza ortodóncica. Es una gran preocupación para padres, pacientes y odontólogos. Tanto pacientes adultos como niños describen el dolor como principal inconveniente. También los padres perciben el dolor como el principal inconveniente para iniciar el tratamiento (Krishnan V., 2007). Hay autores que encuentran diferencias en cuanto a la intensidad, prevalencia o duración del dolor entre diferentes tipos de arcos (Jones ML y cols., 1985; Fernandes LM y cols., 1998; Erdinç AME y cols., 2004).

En 1992, Jones M y cols., en su ensayo clínico controlado aleatorizado para comparar la naturaleza, prevalencia, intensidad y la duración del dolor relacionado con el uso de un arco superelástico y un arco de acero, encontraron resultados similares.

En 1998, Fernandes LM y cols. compararon dos arcos: un superelástico NiTi 0.014” Sentalloy de GAC y un 0,014” nitinol de Unitek. Describieron que durante las primeras 10 horas, el dolor / malestar experimentado después de la colocación de un Sentalloy fue menor que el encontrado con el Nitinol.

En 2014, Erdinç AME y cols. compararon dos grupos de arcos: 0,014” y 0,016” a las 24 horas encontraron resultados estadísticamente significativos de mayor alivio de dolor en el grupo 0,014”.

Ambekar A y cols. (2014), realizaron un estudio entre un arco de acero inoxidable de 0.0175”; arco 0.018” a CuNiti y 0.018” Niti. Concluyeron que el nivel de dolor de la 1ª a la 5ª hora a hora fue casi el mismo con los tres tipos de arcos. Entre la 10ª hora y el tercer día los niveles de dolor se incrementaron con arcos de acero inoxidable y NiTi; sin embargo, fueron reduciéndose con el arco de CuNiTi. Desde el 4º día hasta el 7º día, los niveles de dolor disminuyeron

progresivamente para todos los arcos y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

En 2015, Abdelrahman RSH y cols. evaluaron la diferencia de dolor experimentado entre diferentes arcos de 0.014"; superelástico, termoplástico y convencional no encontrando diferencias estadísticamente significativas. Markovic E y cols. (2015), tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas en el estudio de 6 arcos de NiTi 0.014" (superelástico de dentaurum, superelástico de Gac, superelástico de Orho thecnology, térmico de dentaurum., térmico de Ortho thecnology y Damon cooper de Ormco).

Montaser MA y cols. (2013) recomiendan usar arcos coaxiales de 0.015" y arcos Thermalloy de 0.012" en la fase de alineamiento y nivelación, y contraindican el uso de arco de acero de .012" debido a los altos niveles de fuerza que producen en esta fase inicial. Además, las ligaduras elastómeras usadas con brackets convencionales. aumentan la fuerza aplicada al diente en comparación con las ligaduras metálicas atadas holgadamente.

En 2015, Montasser MA y cols. compararon diversos tipos de arcos en brackets convencionales, baja fricción y autoligables, concluyendo que cuanto mayor es el grosor del arco, más fuerza se genera y, por tanto, podemos suponer que se generan más molestias para el paciente. Johal A y cols., 2018, también observaron mayor dolor en brackets autoligables con arcos gruesos.

En 2016, Zheng YF y cols. analizan la respuesta de dolor de los pacientes al aplicar tópicamente frío y colocar un arco de 0.12" de NiTi. El dolor que sentían los pacientes va disminuyendo al aumentar la tolerancia individual al estímulo.

Ong E y cols. (2011) concluyeron en su estudio que no se encuentran diferencias en la incomodidad del paciente en cuanto a la utilización de diferentes secuencias de arcos en las primeras etapas de alineación, hasta llegar a las secuencias de trabajo. Si encuentran mayor incomodidad, según aumenta el diámetro del arco y no hay evidencia de que el nivel de incomodidad esté asociado al género, apiñamiento inicial o edad.

Por tanto, hay gran controversia en cuanto al dolor con los diferentes tipos de arcos empleados.

### **6.3.7.-CALIDAD DE VIDA ORAL EN ORTODONCIA**

La mayoría de los estudios publicados describen resultados obtenidos durante los primeros 7 días de iniciarse el tratamiento. Son escasos los trabajos que evalúan la calidad de vida oral a partir de la primera semana de tratamiento. En nuestro estudio, vamos a analizar la calidad de vida al mes del inicio del tratamiento.

Kragt L y cols. (2016) concluyeron que los niños perciben un pequeño impacto de maloclusiones en la calidad de vida y esta se modifica por la edad y el ambiente cultural. También Delaie K y cols., en 2018, comprobaron que la severidad de la maloclusión influye en el impacto en la calidad de vida en la salud oral.

La mayoría de los estudios concluyen que las molestias y dolor que experimentan los pacientes asociados al tratamiento van a influir de forma negativa en la calidad de vida oral. Este malestar es mayor en las primeras etapas de tratamiento y al igual que el dolor, va disminuyendo en etapas más avanzadas, e incluso termina mejorándose hasta final de tratamiento (Hassan AH y cols., 2010; Chen M y cols., 2010; Liu Z y cols., 2011).

Mansor N y cols., en 2012, concluyeron que la calidad de vida empeora 24 horas después de la inserción de los aparatos de ortodoncia en casi todos los dominios, con cambios significativos mayores en el género femenino. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de edad analizados.

Zhou Y y cols., en 2014, concluyeron que el tipo de ortodoncia (brackets convencionales/brackets autoligables) no influye en los impactos de la calidad de vida oral de los pacientes, aunque estos fueron mayores en el grupo de pacientes con brackets convencionales. Othman SA y cols., en 2014, tampoco encontraron diferencias entre las dos técnicas en cuanto al impacto en la calidad de vida. En la primera activación tuvieron impactos similares; en la segunda activación el grupo de brackets convencionales mostró impactos más inmediatos que los brackets autoligables. Lai T-T., y cols en 2017, tampoco encuentra diferencias significativas entre ambos grupos. Zhou Y y cols., en 2014, describen peor impacto en el grupo de brackets convencionales, pero sin existir diferencias significativas.

En nuestro estudio, encontramos que la mayoría de los pacientes consideran que el tratamiento de ortodoncia no ha influido en la realización de sus tareas habituales, ni en la sensación de tener una vida menos satisfactoria, ni tampoco les ha incapacitado a la hora de llevar una vida normal. Sin embargo, sí aparece un impacto negativo en los tres grupos de estudio. En cuanto a la comparación, el impacto en las dimensiones de calidad de vida entre grupos encontramos que tanto en la limitación funcional ( $0,3 \pm 0,5$ ); como en el dolor ( $0,9 \pm 0,8$ ); discomfort psíquico ( $0,5 \pm 0,7$ ) y discapacidad física ( $0,5 \pm 0,7$ ) el grupo que presenta mayor impacto es el grupo Sinergy, seguido en algunos casos por el grupo autoligado, como en la limitación funcional y en otros casos por el grupo convencional como en el dolor, discomfort psíquico. Aunque las diferencias entre el grupo convencional y autoligado son mínimas. En cuanto al impacto total, es también el grupo Sinergy el que presenta mayor valor ( $1,4 \pm 0,7$ ), seguido del grupo convencional ( $1,1 \pm 0,8$ ) y por último del grupo autoligado ( $0,8 \pm 2,2$ ).

Los hallazgos proporcionan información importante para los ortodontistas sobre cómo informar a los pacientes antes del tratamiento de ortodoncia, que pueden experimentar un deterioro temporal en su calidad de vida (Lai T-T y cols., 2017). También deben alentar regularmente a los pacientes recordándoles las mejoras que se obtendrían tras la corrección de la maloclusión y cómo se deben mostrar al paciente las mejorías y los resultados de éxito (Lena Y y cols., 2017).

Los pacientes que completan el tratamiento de ortodoncia tienen menores niveles de impacto en su calidad de vida relacionada con la salud oral, al mejorar la estética. Los pacientes adquieren más confianza que aquellos que actualmente estaban bajo tratamiento o aquellos que nunca tuvieron tratamiento. Esto se refleja en un comportamiento social más relajado y la capacidad de sonreír sin las dudas anteriores (De Oliveira CM y cols., 2004; De la Iglesia F y cols., 2010; Feu D y cols., 2013).

Los impactos en cuanto a la calidad de vida entre pacientes portadores de aparatología removible o fija fueron más altos en pacientes con aparatología fija (Bernabé E y cols., 2008). Kazaz RC. y cols. concluyeron que las personas con ansiedad tienden a preferir dispositivos de ortodoncia lingual y transparente. En estudios recientes donde se han comparado pacientes con diferentes aparatologías, se concluye que con la ortodoncia lingual y alineadores en paciente tiene menor impacto en su calidad de vida que con aparatología fija convencional vestibular (Antonio-Zancajo L y cols., 2020).

# **CONCLUSIONES**



## 7.CONCLUSIONES

1. En cuanto a la comparación del dolor en la Escala Visual Analógica entre grupos, encontramos diferencias estadísticamente significativas en el nivel de dolor con un  $p < 0.01$  en los periodos T4 h, T5 d, T7 d y T8 d. También encontramos diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0,05$  a las 8 horas y a los 6 días. Siendo los brackets Sinergy los que presentan mayor grado de dolor y el grupo de autoligado el menor comparando los tres grupos analizados.
2. En los tres grupos de tratamiento se observa como el dolor va aumentando hasta llegar al pico de crecimiento a las 24 horas (brackets convencionales y Sinergy) o a los 2 días (como en el caso de brackets autoligables) y como el dolor va disminuyendo hasta casi desaparecer a los 7 días. El único grupo que presenta dolor durante más de 7 días es el grupo Sinergy.
3. El grupo Sinergy es el que registra valores mayores de dolor en todos los periodos de tiempo. Excepto a las 24 horas donde el grupo convencional le supera y a los 2 días, donde el grupo autoligado registra valores mayores que el Sinergy.
4. En cuanto a la localización del dolor, encontramos diferencias significativas con un  $p < 0,01$  en los periodos: T24 h y T3 d y con un  $p < 0,05$  en los periodos: T4 h, T5 d y T8 d. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en: T8 h, T2 d, T4 d, T6 d, T7 d. El dolor dental más prevalente en todos los grupos es el mandibular anterior, siendo mayor en el grupo convencional y autoligado (dependiendo del periodo de tiempo) y menor en el grupo Sinergy, seguido del dolor biarcada anterior.
5. En cuanto al impacto de las dimensiones de calidad de vida oral, observamos diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0,01$  a nivel de dolor, disconfort psíquico, discapacidad física y en el impacto total. Diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0,05$  en el dolor. El grupo Sinergy es el que presenta un mayor impacto en la calidad de vida siendo el grupo de autoligado el que presenta valores más bajos, por lo tanto, siendo más confortables para los pacientes.

En cuanto al resto de dimensiones podemos generalizar que tanto en la limitación funcional, como en el dolor, disconfort psíquico y discapacidad física, el grupo que presenta mayor impacto es el grupo Sinergy; seguido en algunos casos por el grupo autoligado como en la limitación funcional, y en otros casos, por el grupo convencional como en el dolor y disconfort psíquico. Las diferencias entre el grupo convencional y autoligado son mínimas. Finalmente, el impacto total también es mayor en el grupo Sinergy.

# **BIBLIOGRAFÍA**



## 8.- BIBLIOGRAFÍA

**Abdelrahman RSH, Al-Nimri KS, Al Maaitah EF.** Pain experience during initial alignment with three types of nickel-titanium archwires: A prospective clinical trial. *Angle Orthod.* 2015;85(6):1021-26.

**Adulyanon S, Vourapukjaru J, Sheiham A.** Oral Impacts affecting daily performance in a low dental disease Thai population. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1996;24:385-9.

**Alhashimi N, Frithiof L, Brudvik P, Bakhiet M.** Orthodontic movement and de novo synthesis of proinflammatory cytokines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;19:307-12.

**Ambekar A.** Pain and Discomfort Associated With Initial Alignment with Three Different Archwires-A Clinical Study. *J Dent Med Scienc.* 2014;13(2):47-50.

**Andiappan M, Gao W, Bernabé E, Kandala NB, Donaldson AN.** Malocclusion, orthodontic treatment and the Oral Health Impact Profile (OHIP-14): Systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod.* 2015;85:493-500.

**Angolkar PV, Kapila S, Duncanson MG, Nanda RS.** Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98:499-506.

**Antonio-Zancajo L, Montero J, Albaladejo A, Oteo-Calatayud MD, Alvarado-Lorenzo A.** Pain and Oral-Health-Related Quality of Life in Orthodontic Patients During Initial Therapy with Conventional, Low-Friction, and Lingual Brackets and Aligners (Invisalign): A Prospective Clinical Study. *J Clin Med.* 2020; 9(7):2088.

**Articolo LC, Kusy RP.** Influence of angulation on the resistance to sliding in fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Jan;115(1):39-51.

**Arun AV, Vaz AC.** Frictional characteristics of the newer orthodontic elastomeric ligatures. *Indian J Dent Res.* 2011:95-9.

**Asham AA, Southard KA.** Orthodontic pain. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004;125:18A.

**Atchison KA, Dolan TA.** Development of the geriatric oral health assessment index. Dent Educ. 1990;54(11):680-687.

**Baker KL, Nieberg LG, Weimer AD, Hanna M.** Frictional changes in forces values caused by saliva substitution. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987;91:316-20.

**Baker MS.** Forces released during alignment with aesthetic and stainless preadjusted appliances using different ligation methods. St. Louis: Saint Louis University; 2009.

**Bartlett BW, Firestone AR, Vig KWL, Beck MF, Marucha PT.** The influence of a structured telephone call in orthodontic pain and anxiety. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;128:435-41.

**Bavbek NC, Tuncer BB, Tortop T, Celik B.** Efficacy of different methods to reduce pain during debonding of orthodontic brackets. Angle Orthod. 2016;86(6):917-24.

**Becker M., Diamond, R. and Sainfort, F.** A new patient focused index for measuring quality of life in persons with severe and persistent mental illness. Qual Life Res.1993;2:239-251.

**Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U.** Pain in orthodontics. A review and discussion of the literature. J Orofac Orthop. 2000;61(2):125-37.

**Bernabé E, Tsakos G, Messias de Oliveira C, Sheiham A.** Impacts on daily performances attributed to malocclusions using the condition-specific feature of the Oral Impacts on Daily Performances Index. Angle Orthod. 2008;78(2):241-7

**Bernhardt MK, Southard KA, Batterson KD, Logan HL, Baker KA, Jakobsen JR.** The effect of preemptive and/or postoperative ibuprofen therapy for orthodontic pain. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;120:20-7.

**Bertl MH, Onodera K, Celar AG.** A prospective randomized split-mouth study on pain experience during chairside archwire manipulation in self-ligating and conventional brackets. *Angle Orthod.* 2013;83:292-7.

**Boccaccio A.** Friction forces during sliding of various brackets for malaligned teeth: an in vitro study. *Sci World J.* 2013;2013:871423.

**Bourauel C.** Different bracket-archwire combinations for simulated correction of two-dimensional tooth malalignment: Leveling outcomes and initial force systems. *J Orofac Orthop.* 2014 Nov;75(6):459-70.

**Brauchli LM, Senn C, Wichellhaus.** Active and passive self ligation: a myth?. *Angle Orthod.* 2011;8:312-8.

**Brown DF, Moerenhout RG.** The pain experience and psychological adjustments to orthodontic treatment of preadolescents, adolescents and adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100:349-56.

**Burrow SJ.** Canine retraction rate with self - ligating brackets vs conventional edgewise brackets. *Angle Orthod.* 2010;80:626-33.

**Burrow SJ.** Friction and loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(6):725-6.

**Burrow SJ.** Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:442-7.

**Burstone CJ.** The biomechanics of tooth movement. In: Kraus B S , Riedel R A (eds). *Vistas in orthodontics.* Lea & Febiger , Philadelphia .1962:197-213.

**Cacciafest V, Sfondrini MF, Scribante A, Klersy C, Auricchio F.** Evaluation of friction of conventional and metal insert ceramic brackets in various bracket archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:403-9.

**Campos MJS, Fraga MR, Raposo NRB, Ferreira AP, Vitral RWF.** Assessment of pain experience in adults and children after bracket bonding and initial archwire insertion. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(5):32-7.

**Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, Mealey BL, Papapanou PN, Sanz M, Tonetti MS.** A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. *J Clin Periodontol.* 2018;45(20):S1-S8.

**Celar A, Schedlberger M, Dörfler P, Bertl M.** Systematic review on self-ligating vs conventional brackets: initial pain, number of visits, treatment time. *J Orofac Orthop.* 2013; 74:40-51.

**Celikoglu M, Bayram M, Nur M, Kilkis D.** Mandibular changes during initial alignment with SmartClip self-ligating and conventional brackets: A single-center prospective randomized controlled clinical trial. *Korean J Orthod.* 2015;45(2):89-94.

**Chaturvedi TP, Upadhyay SN.** An overview of orthodontic material degradation in oral cavity. *Indian J Dent Res.* 2010;21(2):275-84.

**Chen M, Wang DW, Wu LP.** Fixed Orthodontic Appliance Therapy and Its Impact on Oral Health- Related Quality of Life in Chinese Patients. *Angle Orthod.* 2010;80:49-53.

**Chimenti C, Franchi L, Di Giuseppe MG, Lucci M.** Friction of orthodontic elastomeric ligatures with different dimensions. *Angle Orthod.* 2005;75(3):421-5.

**Chow JC, Cioffi I.** Pain and orthodontic patient compliance: a clinical perspective. *Semin Orthod.* 2018;24(2):242-7.

**Chumbley AB, Tuncay OC.** The effect of indomethacin (an aspirinlike drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1986;89:312-4.

**Chung M, Nikolai RJ, Kim KB, Oliver DR.** Third-Order Torque and Self-Ligating Orthodontic Bracket-Type Effects on Sliding Friction. *Angle Orthod.* 2009;79:551-7.

**Cioffi I, Michelotti A, Perrotta S, Chiodini P, Ohrbach R.** Effect of somatosensory amplification and trait anxiety on experimentally induced orthodontic pain. *Eur J Oral Sci.* 2016;124:127-34.

**Condo R, Casaglia A, Condo SG, Cerroni L.** *J Oral Implantol.* 2012;4:92-8. *J Oral Implantol.* 2013;19;5(4):92-9:92-8.

**Cooper-Kazaz R, Ivgi I, Canetti L, Bachar E, Tsur B, Chaushu S, Shalish M.** The impact of personlatity on adult patients´adjustability to orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2013;83(1):76-82.

**Crincoli V, Perillo L, Di Bisceglie MB, Balsamo A, Serpico V, Chiantante F, Pappalettere C, Boccaccio A.** Friction dorces during sliding of various brackets for malaligned teeth: an in vitro study. *Sci World J.* 2013;2013:871423.

**Cunningham SJ, Hunt NP.** Quality of life and its importance in orthodontics. *J Orthod.* 2001;28(2):152-8.

**Curto A, Albaladejo A, Montero J, Alvarado A.** Influence of a Lubricating Gel (Orthospeed®) on Pain and Oral Health-Related Quality of Life in Orthodontic Patients during Initial Therapy with Conventional and Low-Friction Brackets: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2020; 9(5):1474.

**Cushing AM, Sheiham A, Maizels J.** Developing socio-dental indicators. The social impact of dental disease. *Community Dent Health* 1986;3:3-17.

**Damon D.** El fenómeno de las técnicas de Baja Fricción: Últimos avances. El sistema Damon Mecánica simplificada. Ormco.2004.

**Damon DH.** The Damon low - friction bracket: a biologically compatible straight - wire system. *J Clin Orthod.* 1998;32:670-80.

**Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL.** Neurotransmitters, cytokines and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988;32:411-35.

**Davidovitch Z.** Tooth movement. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine.* 1991;2:411-50.

**Davidson** [Internet]. [Consultado 3 Jul 2017]. Disponible: <http://www.phy.davidson.edu/fachome/dmb/PY430/Friction/h-istory.html>.)

**Davila JM, Menendez J.** Relaxing effects of music in dentistry for mentally handicapped patients. *Spec Care Dentist.* 1986;6(1):18-21.

**Deguchi T, Uematsu S, Kawahara Y.** Clinical evaluation of temporomandibular joint disorders (TMD) in patients treated with chin cup. *Angle Orthod.* 1998;68:9:1-4.

**Dehbi H, Azaroual MF, Zaoui F, Halimi A, Benyahia H.** Therapeutic efficacy of self-ligating brackets: A systematic review. *Int Orthod.* 2017;15(3):297-311.

**Delaie K, Behnaz M, Khodabakhshi Z, Hosseinpour S.** Impact of malocclusion severity on oral health-related quality of life in an Iranian young adult population. *Eur J Dent.* 2018;12(1):129-135.

**De la Iglesia F.** Psicología y ortodoncia. *Rev Esp Ortod.* 2010;40:197-200.

**Deshpande A, Srinivas N, Kumar KK, Mapare S.** Comparison of Opal Self-Ligating Brackets with Manually Ligating Brackets. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(4):494-503.

**Desphande P, Patil K, Mahima VG, Shivalinga BM, Suchetha M, Ranjan A.** Low-level laser therapy for alleviation of pain from fixed orthodontic appliance therapy: a randomized controlled trial. *J Ad Clin Res Insights.* 2016;3:43-6.

**De Oliveira CM, Sheiham A.** Orthodontic treatment and its impact on oral health-related quality of life in Brazilian adolescents. *J Orthod.* 2004;31:20-7.

**DiBiase AT, Nasr IH, Scott P, Cobourne MT.** Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: a prospective randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:e111-6.

**Dickson J, Jones S.** Frictional characteristics of a modified ceramic bracket. *J Clin Orthod.* 1996;30:516-8.

**Doshi UA, Bhad-Patil WA.** Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(1):74-9.

**Downing A, McCabe J, Gordon P.** A study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *Br J Orthod.* 1994;2:349-57.

**Drescher D, Bourauel C, Schumacher HA.** Frictional forces between bracket and arch wire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96:397-404.

**Dubner R.** Neurophysiology of pain. *Dent Clin North Am.* 1968;22:11-30.

**Dworkin RH, Turk DC, Trudeau JJ, Benson C, Biondi DM, Katz NP, Kim M.** Validation of the Short-form McGill Pain Questionnaire-2 (SF-MPQ-2) in acute low back pain. *J Pain.* 2015;16(4):357-66.

**Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC.** Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res.* 2001;4(4):228-34.

**Edwards GD, Davies EJ, Jones SP.** The ex vivo effect of ligation technique on the static frictional resistance of stainless steel bracket and archwires. *Br J Orthod* 1995;22:145-53.

**Ehsani S, Mandich MA, El-Bialy TH, Flores-Mir C.** Frictional resistance in self – ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets. A systematic review. *Angle Orthod.* 2009;79:592-601.

**Eliades T, Eliades G, Brantley WA.** Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on brackets material. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(4):351-60.

**Erdinç AME, Dinçer B.** Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 2004; 26:79-85.

**Eslamian L, Borzabadi-Farahani A, Gholami H.** The effect of benzocaine and ketoprofen gels on pain during fixed orthodontic appliance treatment: a randomised, double-blind, crossover trial. *Aust Orthod J.* 2016;32(1):64-72.

**Fang J, Li Y, Zhang K, Zhao Z, Mei L.** Escaping the adverse impacts of NSAID on Tooth movement during Orthodontics. *Medicine.* 2016;95(16):e3256.

**Fansa M, Keilig L, Reimann S, Jäger A, Bourauel C.** The Leveling Effectiveness of Self-ligating and Conventional Brackets for Complex Tooth Malalignments. *J Orofac Orthop* 2009;70:285-96.

**Farzanegan F, Zebarjad SM, Alizadeh S, Ahrari F.** Pain reduction after initial archwire placement in orthodontic patients: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:169-73.

**Feldmann I, List T, John MT, Bondemark L.** Reliability of a Questionnaire Assessing Experiences of Adolescents in Orthodontic Treatment. *Angle Orthod.* 2007;77(2):311-7.

**Fernandes LM, Ogaard B, Skoglund L.** Pain and discomfort experienced after placement of a conventional or super elastic NiTi aligning archwire. A randomized clinical trial. *J Orofac Orthop.* 1998;59:331-9.

**Ferreira SH, Nakamura M, Abreu Castro M.** The hyperalgesic effects of prostacyclin and prostaglandin E2. *Prostaglandins.* 1978;16:31-7.

**Feu D, Miguel JA, Celeste RK, Oliveira BH.** Effect of orthodontic treatment on oral health related quality of life. *Angle Orthod.* 2013;83:892-8.

**Firestone AR, Scheurer PA, Bürgin WB.** Patient's anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1999;21:387-96.

**Fleming PS, DiBiase AT, Sarri G.** Comparison of mandibular arch changes during alignment and leveling with 2 preadjusted edgewise appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:340-7.

**Fleming PS, DiBiase AT, Sarri G, Lee RT.** Pain experience during initial alignment with a self-ligating and a conventional fixed orthodontic appliance system. *Angle Orthod.* 2009;79:46-50.

**Fleming PS, DiBiase AT, Lee RT.** Randomized clinical trial of orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:738-42.

**Fleming PS, DiBiase AT, Sarri G and Lee RT.** Efficiency of mandibular arch alignment with 2 preadjusted edgewise appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:597-602.

**Fleming PS, Lee RT, Marinho V, Johal A.** Comparison of maxillary arch dimensional changes with passive and active self-ligation and conventional brackets in the permanent dentition: A multicenter, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:185-93.

**Flores-Mir C.** Little evidence to guide initial arch wire choice for fixed appliance therapy. *Evid Based Dent.* 2014;15(4):112-3.

**Frank CA, Nilolai RJ.** A comparative study of frictional resistances between orthodontic brackets and arch wire. *Am J Orthod.* 1980;78:593-609.

**Fujiyama K, Deguchi T, Murakami T, Fujii A, Kushima K, Takano-Yamamoto T.** Clinical effect of CO(2) laser in reducing pain in orthodontics. *Angle Orthod.* 2008;78(2):299-303.

**García Espona JI, Fernández Sanchez J.** Brackets con autocierre. ¿Un camino más corto? *Rev Ibero Orthod* 1997;16:25-33.

**Gazit Rappaport T, Haisraeli Shalish M, Gazit E.** Psychosocial reward of orthodontic treatment in adult patient. *Eur J Orthod.* 2010;32(4):441-6.

**Goldreich H, Gazit E, Lieberman MA , Rugh JD.** The effect of pain from orthodontic arch wire adjustment on masseter muscle electromyographic activity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106:365-70.

**Gómez SL, Montoya Y, Garcia NL, Virgen AL, Botero JE.** Comparison of frictional resistance among conventional, active and passive selfligating brackets with different combinations of arch wires: a finite elements study. *Acta Odontol Latinoam.* 2016;29(2):130-6.

**Grieve WG, Johnson G.K, Moore RN, Reinhardt RA , DuBois LM.** Prostaglandin E (PGE) and interleukin-1 beta (IL-1  $\beta$ ) levels in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement . *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105:369-374.

**Gupta M, Kandula S, Laxmikanth SM, Vyavahare SS, Reddy SBH, Ramachandra CS.** Controlling pain during orthodontic fixed appliance therapy with non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID): a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *J Orofac Orthop.* 2014; 75:471-476.

**Guyatt, GH, Feeny, DH. and Patrick, DL.** Measuring health-related quality of life. *Ann Intern Med.* 1993;118:622-9.

**Hain M, Dhopatkar A, Rock P.** The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(4):416-22.

**Hamdan A, Rock P.** The effect of different combinations of tip and torque on archwire/brackets friction. *Eur J Orthod.* 2008;30:508-14.

**Harazaki M, Isshiki Y.** Soft laser irradiation effects on pain reduction in orthodontic treatment. *Bull Tokyo Dent Coll.* 1997;38:291-5.

**Hassan AH, El-Sayed Amin H.** Association of orthodontic treatment needs and oral health-related quality of life in Young adults. *Am J Dentofacial Orthop.* 2010;137:42-7.

**Haynes S.** Discontinuation of orthodontic treatment relative to patient age. *J Dent.* 1974;2:138-42.

**Heo W, Baek SH.** Friction properties according to vertical and horizontal displacement and brackets type during initial leveling and alignment. *Angle Orthod.* 2011;81:653-61.

**Hixon EH, Aitikian H, Callow G, McDonald H, Tacy RJ.** Optimal force, differential force, and anchorage. *Am J Orthod.* 1969;55:437-51.

**Holtmann S, Konermann A, Keilg L, Reimann S, Jäger A, Montasser M, El-Bialy T, Bourauel C.** Different bracket-archwire combinations for simulated correction of two-dimensional tooth malalignment: Leveling outcomes and initial force systems. *J Orofacial Orthop.* 2014;75(6):459-70

**Ho Paik, Hyo-Won Ahn, Il-HYung Y, Seung - Hak B.** Low friction space closure with a hybrid bracket - tube system. *J Clin Orthod.* 2010;44(10):623-7.

**Huang SY, Huang JJ, Kang T, Diao DF, Duan YZ.** Coating NiTi archwires with diamond-like carbon films: reducing fluoride-induced corrosion and improving frictional properties. *J Mater Sci Mater Med.* 2013;24(10):2287-92.

**Huang R, Wang J, Wu D, Long H, Yang X, Liu H, Gao X, Zhao R, Lai W.** The effects of customised brainwave music on orofacial pain induced by orthodontic tooth movement. *Oral Dis.* 2016;22(8):766-74.

**Hwang JY, Tee CH, Huang AT, Taft L.** Effectiveness of thera-bite wafers in reducing pain. *J Clin Orthod.* 1994;28:291-2.

**Ingersoll B.D.** Behavioral aspects in dentistry. Appleton Century Crofts, East Norwalk, CT.1982.

**Ireland AJ, Sherriff M, Mc Donald F.** Effect of bracket and wire composition on frictional forces. *Eur J Orthod.* 1991;13:322-8.

**Johal A, Ashari AB, Alamiri N, Fleming PS, Qureshi U, Cox S, Pandis N.** Pain experience in adults undergoing treatment: A longitudinal evaluation. *Angle Orthod.* 2018;88:292-8.

**Johansson K, Lundstro MF.** Orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional edgewise twin brackets. A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2012;82:929-34.

**Jones M, Chan C.** The pain and discomfort experienced during orthodontic treatment: a randomized controlled clinical trial of two aligning archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102:373-81.

**Jones ML, Richmond S.** Initial tooth movement: force application and pain: a relationship? *Am J Orthod.* 1985;88:111-6.

**Jung MH, Shon WJ, Park YS, Chung SH.** Effects of silanation time on shear bond strength between a gold alloy surface and metal bracket. *Korean J Orthod.* 2013;43(3):127-33.

**Kapila S, Quo SD.** Alambres de ortodoncia: propiedades y aplicaciones clínicas óptimas. *Rev Esp Orthod.* 1995; 25:285-300.

**Kehoe M J, Cohen S M, Zarrinnia K, Cowan A.** The effect of acetaminophen, ibuprofen and misoprotol on prostaglandin E 2 synthesis and the degree and rate of orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 1996;66:339-50.

**Keim RG.** Managing orthodontic pain. *J Clin Orthod.* 2004;38:641-2.

**Keith DJ, Rinchuse DJ, Kennedy M, Zullo T.** Effect of text message follow-up on patient's self-reported level of pain and anxiety. *Angle Orthod.* 2013;83:605-10.

**Keith O, Jones SP, Davies EH.** The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1993;20:109-15.

**Kim TK, Kim KD and Baek SH.** Comparison of frictional forces during the initial leveling stage in various combinations of self - ligation brackets and archwires with a custom - designed typodont system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):187.e15-187.e24.

**Kim WT, Bayome M, Park JB, Park JH, Baek SH, Kook Ya.** Effect of frequent laser irradiation on orthodontic pain. A single-blind randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2013;83:611-6.

**Kluemper GT, Hiser DG, Rayens MK, Jay MJ.** Efficacy of a wax containing benzocaine in the relief of oral mucosal pain caused by orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122:359-65.

**Kojima Y, Fukui H.** Numeric simulations of en-masse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(6):702.e1-6.

**Kragt L, Dharmo B, Wolvius EB, Ongkosuwito EM.** The impact of malocclusions on oral health-related quality of life in children: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest.* 2016;20(8):1881-94.

**Krishnan V.** Orthodontic pain: from causes to management: a review. *Eur J Orthod.* 2007;29:170-9.

**Kusy RP, Ehitley JQ.** Friction between different wire - brackets configurations and materials. *Semin Orthod.* 1997;3:166-77.

**Kusy RP, Whitley J.** Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *Eur J Orthod.* 1999;21:199-208.

**Kvam E, Gjerdet NR, Bondevik O.** Traumatic ulcers and pain during orthodontic treatment. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1987;15:104-7.

**Kwong TS, Kusnoto B, Viana G, Evans CA, Watanabe K.** The effectiveness of Oraqix versus TAC(a) for placement of orthodontic temporary anchorage devices. *Angle Orthod.* 2011;81(5):754-9.

**Kyrkanides S, O'Banion MK, Subtelny JD.** Non steroidal antiinflammatory drugs in orthodontic tooth movement: metalloproteinase activity and collagen synthesis by endothelial cells. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:203-9.

**Lai T-T, Chiou J-Y, Lai T-C, Chen T, Chen M-H.** Oral health-related quality of life in orthodontic patients during initial therapy with conventional brackets or self-ligating brackets. *J Dent Sciences.* 2017;12:161-72.

**Leao A, Sheiham A.** Relation between clinical dental status and subjective impacts on daily living. *J Dental Res.* 1995;74:1408-13.

**Lena Y, Pasaoglu Bozkurt A, Yetkiner E.** Patients's and Parent's Perception of Funcional Appliances: A Survey Study. *Turkish J Orthod.* 2017;30:33-41.

**Lew KK.** Attitudes and perception of adults towards orthodontic treatment in an Asian community. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1993;21:31-5.

**Li FJ, Zhang JY, Zeng XT, Guo Y.** Low-level laser therapy for orthodontic pain: a systematic review. *Lasers Med Sci.* 2014;30(6):1789-803.

**Lim HM, Lew KKK, Tay DKL.** A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108:614-22.

**Lin J, Hans S, Zhu J, Wang X, Chen Y, Vollrath O, Wang H, Mehl C.** Influence of fluoride-containing acidic artificial saliva on the mechanical properties of Nickel-Titanium orthodontics wires. *Indian J Dent Res.* 2012;23(5):591-5.

**Linacre JM.** Visual analogue scales. *Rasch Measurements Transactions.* 1998;12:639.

**Linares O.** Tribología y Mantenimiento proactivo. Santa Cruz- Bolivia: Widman International SRL; 2005.

**Liu Z, McGrath C, Hagg U.** Changes in oral health-related quality of life during fixed orthodontic appliance therapy: An 18 month prospective longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:214-9.

**Loftus BP, Artun J, Nicholls JJ, Alonzo TA, Atoner JA.** Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:336-45.

**Long H, Wang Y, Jian F, Liao LN, Yang X, Lai WL.** Current advances in orthodontic pain. *Int J Oral Sci.* 2016 Jun 30;8(2):67-75.

**Lund JP, Lamarre Y, Lavigne G, Duquet G.** Motor control mechanisms in health and disease . Raven Press. New York. 1983:739-55.

**Macedo A.** Tratamento ortodontico com brackets autoligados. *Ortodontia SPO.* 2008;41:324

**Manjith CM, Karnam SK, Manglam S, Praveen MN, Mathur A.** Oral Health-Related Quality of Life (OHQoL) among adolescents seeking orthodontic treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(3):294-8.

**Mansor N, Saub R, Othman SA.** Changes in the oral health related quality of life 24 h following insertion of fixed orthodontic appliances. *J Orthodontic Scienc.* 2012;1(4):98-102.

**Marie SS, Powers M, Sheridan JJ.** Vibratory stimulation as a method of reducing pain after orthodontic appliance adjustment. *J Clin Orthod.* 2003;37:205-8.

**Markovic E, Ferec J, Scepan I, Glisic B, Nedeljkovic N, Juloski J, Rudolf R.** The correlation between pain perception among patients with six different orthodontic archwires and the degree of dental crowding. *Srp Arh Celok Lek.* 2015; 143(3-4):134-40.

**Matasa CG.** Attachment corrosion and its testing. *J Clin Orthod.* 1995 Jan;29(1):16-23.

**McCaul KD, Malott JM.** Distraction and coping with pain. *Psychol Bull.* 1984;95:516-33.

**Melzack, R.** The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain.* 1975, 1(3), 277-299.

**Melzack R, Wall PD.** Pain mechanisms: a new theory. *Science.* 1965;150:971-9.

**Mendes K, Rossouw E.** Friction: Validation of manufacturer's claim. *Semin Orthod.* 2003;9:236-50.

**Miles P, Smith H, Weyant R, Rinchuse DJ.** The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: a prospective randomised clinical trial. *Aust Orthod J.* 2012;28(2):213-8.

**Miles PG.** SmartClip versus conventional brackets for initial alignment: is there a difference? *Aust Orthod J.* 2005;21(2):123-27.

**Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L.** A Clinical Trial of Damon Vs Conventional Twin Brackets during Initial Alignment. *Angle Orthod.* 2006;76:480-5.

**Miles PG.** Self-ligating brackets in orthodontics: Do they deliver what they claim? *Aust Dent J.* 2009;54:9-11.

**Miles PG.** Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132:223-5

**Miranda F.** Dr. Frank Miranda: the music of dentistry. Interview. *J Okla Dent Assoc.* 2005 Jan;97(4):12-3.

**Miyoshi K, Chung W.** Surface Diagnostics in Tribology. *Fundamental Principles and Applications.* World Scientific Publishing Co. 1993.

**Mohri Y, Fumoto M, Sato-Suzuki I, Umino M, Arita H.** Prolonged rhythmic gum chewing suppresses nociceptive response via serotonergic descending inhibitory pathway in humans. *Pain.* 2005;118:35-42.

**Monk AB, Harrison JE, Worthing HV, Teague A.** Pharmacological interventions for pain relief during orthodontic treatment. *Cochrane Database of Syst Rev.* 2017;11:CD003976.

**Montasser MA, El-Bialy T, Keilig L, Reimann S, Jäger A y Bourauel C.** Force levels in complex tooth alignment with conventional and self-ligating brackets. *Eur J Orthod.* 2013;143:507-14.

**Montasser MA, El-Bialy T, Keilig L, Reimann S, Jäger A, Bourauel C.** Force loss in archwire-guided tooth movement of conventional and self-ligating brackets. *Eur J Orthod.* 2014;36(1):31-8.

**Montasser MA, Keilig L, Bourauel C.** An in vitro study into the efficacy of complex tooth alignment with conventional and self-ligating brackets. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18(1):33-42.

**Montero Martín J, Bravo Pérez M, Albadalejo Martínez A, Hernández Martín LA, Rosel Gallardo EM.** Validation the Oral Health Impact Profile (OHIP-14sp) for adults in Spain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009;14(1):E44-50.

**Muldoon, MF, Barger, SD, Flory, JD, Manuck, SB.** What are quality of life measurements measuring?. *Br Med J.* 1998;316:542-5.

**Nanda R.** Biomecánica en Ortodoncia Clínica. 1era. Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1998.

**Ngan P, Kess B, Wilson S.** Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment . *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96:47-53.

**Ngan PW, Ha`gg U, Yin C.** The effect of ibuprofen on the level of discomfort in patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106:88-95.

**Nicolay OF, Davidovitch Z, Shanfeld JL, Alley K.** Substance P immunoreactivity in periodontal tissues during orthodontic tooth movement . *Bone and Mineral.* 1990;11:19-29.

**Nishio C, Jardim da Motta AD, Elias CN, Mucha JN.** In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):56-64.

**Norevall LI, Forsgren S, Mattson L.** Expression of neuropeptides (CGRP, substance P) during and after orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod.* 1995;17:311-325.

**Nucera R, Giudice AL, Matarese G, Artemisia A, Bramanti E, Crupi P, Cordasco G.**

Analysis of the characteristics of slot design affecting resistance to sliding during active archwire configurations. *Prog Orthod.* 2013;14:35.

**Nuñez LN.** Ortodoncia con brackets autoligantes interactivos In-Ovation R y C. Autoligantes de Baja Fricción con Alto Control Prescripción del Dr. Roth. *GAC.* 2010.

**O'Connor PJ.** Patients' perceptions before, during, and after orthodontic treatment. *J Clin Orthod.* 2000; 34:591-2.

**O'Dwyer L, Littlewood SJ, Rahman S, Spencer RJ, Barber SK, Russell JS.** A multi-center randomized controlled trial to compare a self-ligating bracket with a conventional bracket in a UK population: part 1: treatment efficiency. *Angle Orthod.* 2016;86(1):142-8.

**Okeson JP.** Bell's Orofacial Pains. The Clinical Management of Orofacial Pain. 6<sup>th</sup> ed. Carol Stream, IL: Quintessence; 2005.

**Oliver RG, Knapman YM.** Attitudes to orthodontic treatment. *Br J Orthod.* 1985 Oct; 12(4):179-88.

**Olson JE, Liu Y, Nickel JC, Walker MP and Iwasaki LR.** Archwire vibration and stick-slip behavior at the bracket - arch interface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(3):314-22.

**Olsson M, Lindhe J.** Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. *J Clin Periodontol.* 1991;18(1):78-82.

**Omana HM, Moore RN, Bagby MD.** Frictional properties off metal and ceramic brackets. *J Clin Orthod.* 1992;26:425-32.

**Ong E.** Alignment efficiency and discomfort of three orthodontic archwire sequences: a randomized clinical trial. *J Orthod.* 2011;38:32-9.

**Othman SA, Mansor N, Saub R.** Patients wearing conventional and self-ligating brackets. *Korean J Orthod.* 2014;44(4):168-76.

**Ousehal L, Lakhdar A, Alquars F.** Comparaison de l'effet du paracétamol et de l'ibuprofène sur la douleur orthodontique. *Int Orthod.* 2009;7(2):193-206.

**Oz AA, Arici N, Arici S.** The clinical and laboratory effects of brackets type during canine distalization with sliding mechanics. *Angle Orthod.* 2012;82(2):326-32.

**Paduano S, Cioffi I, Iodice G, Rapuano A, Silva R.** Time efficiency of self-ligating vs conventional brackets in orthodontics: effect of appliances and ligating systems. *Prog Orthod.* 2008;9(2):30-36.

**Pagenelli C.** Sussidi farmacologici in corso di terapia ortodontica con un antinfiammatorio per uso topico [Pharmacological support during orthodontic therapy with a topical anti-inflammatory]. *Minerva Stomatol.* 1993;42(6):271-4.

**Pancherz H, Anehus-Pancherz M.** The effect of continuous bite jumping with the Herbst appliance on the masticatory system: a functional analysis of treated C II malocclusions. *Eur J Orthod.* 1982;4:3744.

**Pandis N, Eliades T, Partowi S, Bourauel C.** Moments generated during simulated rotational correction with self - ligating and conventional brackets. *Angle Orthod.* 2008;78:1030-4.

**Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T.** Self ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Aug;132(2):208-15.

**Pandis N, Vlachopoulos K, Polychronopoulou A, Madianos P, Eliades T.** Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11:211-5.

**Papageorgiou SN, Konstantinidis I, Papadopoulou K, Jäger A, Bourauel C.** A systematic review and meta-analysis of experimental clinical evidence on initial aligning archwires and archwire sequences. *Orthod Craniofac Res.* 2014 Nov;17(4):197-215.

**Pasha A, Vishwakarma S, Narayan A, Vinay K, Shetty SV, Roy PP.** Comparison of Frictional Forces Generated by a New Ceramic Bracket with the Conventional Brackets using Unconventional and Conventional Ligation System and the Self-ligating Brackets: An In Vitro Study. *J Int Oral Health.* 2015;7(9):108-13.

**Peker I, Alkurt MT.** Oral impacts on daily performance in Turkish adults attending a dental school. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15(1):92-8.

**Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, McLeod J, Covell DA Jr, Maier T, Machida CA.** Plaque retention by self-ligating vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria and detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135: 426.e1-9.

**Pérez García LM, Reytor Saavedra E.** Soportes de autoligado en ortodoncia. *Gac Méd Espirit.* 2013;15(1):110-20.

**Peterson L, Spencer R, Andreasen G.** A comparison of friction resistance for Nitinol and stainless steel wire in edgewise brackets. *Quintessence Int Dent Dig.* 1982;13:563-71.

**Piao Z, Machibya FM, Deng W, Bao X, Jiang H, Hu Min.** Pain experience during initial alignment with self-ligating and conventional brackets. *Arch Orofac Sci.* 2014;9(1):1-9.

**Pithon MM, Santos Fonseca Figueiredo D, Oliveira DD, Coqueiro Rda S.** What is the best method for debonding metallic brackets from the patient's perspective?. *Prog Orthod.* 2015;16:17.

**Polat O, Karaman AI.** Pain control during fixed appliance therapy. *Angle Orthod.* 2005;75:214-19.

**Polat O, Karaman AI, Durmus E.** Effects of preoperative ibuprofen and naproxen sodium on orthodontic pain. *Angle Orthod.* 2005;75:791-6.

**Pratten DH, Popli K, Germane N, Gunsolley JC.** Frictional resistance of ceramic and stainless steel orthodontic wires of four alloys. *Am J Orthod.* 1990;98:398-403.

**Prettyman C, Best Al M, Lindauer S.J, Tufekci E.** Self-ligating vs conventional brackets as perceived by orthodontists. *Angle Orthod.* 2012;82:1060-6.

**Pringle AM, Petrie A, Cunningham SJ, McKnight M.** Prospective randomized clinical trial to compared pain levels associated with 2 orthodontic fixed bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:160-7.

**Proffit WR.** *Ortodoncia Contemporánea.* 4<sup>ta</sup> Edición. Barcelona. Editorial Elsevier; 2008.

**Qamruddin I, Alam MK, Fida M, Khan AG.** Effect of a single dose of low-level laser therapy on spontaneous and chewing pain caused by elastomeric separators. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Jan;149(1):62-6.

**Rahman S, Spencer RJ, Littlewood SJ, O'Dwyer L, Barber SK, Russell JS.** A multicenter randomized controlled trial to compare a self-ligating bracket with a conventional bracket in a UK population: part 2: pain perception. *Angle Orthod.* 2016;86(1):149-56.

**Reddy VB, Kumar TA, Prasad M, Nuvula S, Patil RG, Reddy PK.** A comparative in-vivo evaluation of the alignment efficiency of ligation methods: A prospective randomized clinical trial. *Eur J Dent.* 2014; 8(1):23-31.

**Redlich M, Mayer Y, Harari D, Lewinstein I.** In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced-friction" brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):69-73.

**Ren C, McGrath C, Yang Y.** The effectiveness of low-level diode laser therapy on orthodontic pain management: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2015;30(7):1881-93.

**Reznikov N, Har Zion G, Barkana Idit.** Influence of friction resistance on expression of superelastic properties of initial NiTi wires in "reduce friction" and conventional brackets system. *J Dent Biomech.* 2010;1:613142.

**Reznilov N, Har-Zion G, Barkana I.** Measurement of friction forces between stainless steel wires and “reduced friction” self ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:330-8.

**Roche JJ, Cisneros GJ, Aes G.** The effect of acetaminophen on tooth movement in rabbits. *Angle Orthod.* 1997;67:231-6.

**Rossouw PE, Kamelchuk LS, Kusy RP.** A fundamental Review of variables associated with low velocity frictional dynamics. *Semin in Orthod.* 2003;9:223-35.

**Rossouw PE.** Friction: An Overview. *Semin in Orthod.* 2003;9:218-22.

**Rosted P.** Introduction to acupuncture in dentistry. *Br Dent J.* 2000; 189(3):136-40.

**Saito I, Ishil K, Hanada K, Sato O, Maeda T.** Responses of calcitonin gene-related peptide-immunopositive nerve fibers in the periodontal ligament of rat molars to experimental tooth movement. *Arch Oral Biol.* 1991;36:689-92.

**Salmassian R, Oesterle LJ, Shelhart WC, Newman SM.** Comparison of the efficacy of ibuprofen and acetaminophen in controlling pain after orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:516-21.

**Sandhu SS, Cheema MS, Khehra HS.** Comparative effectiveness of pharmacologic and nonpharmacologic interventions for orthodontic pain relief at peak pain intensity: A Bayesian network meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150:13-32.

**Sari E, Ölmez H, Gürton AV.** Comparison of some effects of acetylsalicylic acid and rofecoxib during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125: 310-5.

**Savoldi F, Papoutsis A, Dianiskova S, Dalessandri D, Bonetti S, Tsoi JKH, Matinlinna JP, Paganelli C.** Resistance to sliding in orthodontics: misconception or method error? A systematic review and a proposal of a test protocol. *Korean J Orthod.* 2018;48(4):268-80.

**Scheurer PA, Firestone AR, Bürgin WB.** Perception of pain as a results of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1996;18:349-57.

**Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT.** Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Oct;134(4):470.e1-8.

**Scott P, Sherriff M, DiBiase AT, Cobourne MT.** Perception of discomfort during initial orthodontic tooth alignment using a self-ligating or conventional bracket system: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2008;30:227-32.

**Segura Cardona A, De la Hoz RP.** Instruments to measure the quality of life related to oral health: a systematic review. *Salud Uninorte.* 2017;33(3):504-16.

**Sergl HG, Klages U, Zentner A.** Pain and discomfort during orthodontic treatment: causative factors and effects on compliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:684-91.

**Simmons KE, Brandt M.** Control of orthodontic pain. *J Indiana Dent Assoc.* 1992;71:8-10.

**Singer LD.** Periodontally accelerated orthodontics: ER,Cr: YSGG laser-induced regional acceleratory phenomenon. *Dent Today.* 2013;32(5):94:96-7.

**Slade GD, Spencer AJ.** Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. *Community Dent Health.* 1994;11(1):3-11.

**Slade GD.** Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1997;25(4):284-90.

**Smith BR, Flanary CM, Hurst LL, Rugh JD.** Effects of orthodontic archwire changes on masseter muscle activity. *J Dent Res.* 1984;86(4):353.

**Soltis JE, Nakfoor PR, Bowman DC.** Changes in ability of patients to differentiate intensity of forces applied to maxillary central incisors during orthodontic treatment. *J Dent Res.* 1971;50(39):590-6.

**Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrén S.** Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2016;17(1):11.

**Songra G, Clover M, Atack NE, Ewings P, Sherriff M, Sandy JR, Ireland AJ.** Comparative assessment of alignment efficiency and space closure of active and passive self-ligating vs conventional appliances in adolescents: A single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;145:569-78.

**Sonis AL, Van der Plas E, Gianelly A.** A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: an in vivo study. *Am J Orthod*. 1986;89(1):73-8.

**Southard TE, Marshall SD, Grosland MN.** Friction does not increase anchorage loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131:412-4.

**Spilker, B.** *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*. 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996.

**Stannard JG, Gau JM, Hanna MA.** Comparative friction of orthodontic wires under dry and wet conditions. *Am J Orthod*. 1986;89:485-91.

**Stefanos S, Secchi AG, Coby G, Tanna N, Mante FK.** Friction between various self-ligating brackets and archwire couples during sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Oct;138(4):463-7.

**Suárez Quintanilla D.** Arco recto de baja fricción Synergy (1<sup>era</sup> parte). *Rev Esp Orthod*. 2005;45:83-112.

**Suárez Quintanilla D, Abeleira MT, Rodriguez MA.** Problemas tribológicos en el diseño de los brackets. *Rev Esp Orthod*. 1995;25:29-45.

**Suryawanshi GR, Sundareswaran S, Philip K, Kumar S.** In vitro evaluation of different methods of ligation on friction in sliding mechanics. *Orthodontics (Chic.)*. 2013;14(1):e102-9.

**Taylor KR, Kiyak A, Huang GJ, Greenlee GM, Jolley CJ, King GJ.** Effects of malocclusion and its treatment on the quality of life of adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):382-92.

**Taylor NG, Ison K.** Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments. *Angle Orthod.* 1996;130:215-22.

**Thorstenson GA, Kusy RP.** Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:472-82.

**Thorstenson GA, Kusy R.** Influence of stainless insert on the resistance to sliding of esthetic brackets with second-order angulation in the dry and wet states. *Angle Orthod.* 2003;73:167-75.

**Thorstenson GA, Kusy RP.** Resistance to sliding in the slot floors and walls: effects of second order angulation. *Dent Mater.* 2004;20:881-92.

**Timms DJ.** The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1999 Jun;69(3):247-50.

**Todesco LA, Keffer MA, Davis EL, Christersson LA.** Effect of a social-cognitive intervention on oral health status, behavior reports and cognitions. *J Period.* 1992;63: 567-75.

**Tseng HM, Lu JFR, Tsai YJ.** Assessment of health-related quality of life in Taiwan (II): norming and validation of SF-36 Taiwan version. *Taiwan J Public Health* 2003;22:512e8.

**Turhani D, Scheriau M, Kapral D, Benesch T, Jonke E, Bantleon HP.** Pain relief by single low-level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3):371-7.

**Turnbull NR, Birnie DJ.** Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: Effects of archwire size and material. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:395-9.

**Uribe GA.** Fundamentos de Odontología: Ortodoncia: Teoría y Clínica. 2<sup>da</sup> Edición. Medellín. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); 2010.

**Vaughan JL.** Relative Kinetic frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107:20-7.

**Viaño JM, Burguera M, Fernández JR, Rodríguez Aros AD y Campo MA.** Simulación Numérica en Odontología y Ortodoncia. Bol Soc Esp Mat Apli. 2005;33:113-47.

**Voudouris JC, Schismenos C, Lackovic K, Kuftinec MM.** Self-ligation esthetic brackets with low frictional resistance. Angle Orthod. 2010 Jan;80(1):188-94.

**Walker J.A, Tanzer F.S , Harris E.F , Wakelyn C, Desiderio D.M.** The enkephalin response in human tooth pulp to orthodontic force. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987;92:9-16.

**Walker Jr JB, Buring SM.** NSAID impairment of orthodontic tooth movement. Ann Pharmacother. 2001;35:113-5

**Wang QY, Zheng YF.** The electrochemical behavior and surface analysis of Ti50Ni47.2Co2.8 alloy for orthodontic use. Dent Mater. 2008 Sep;24(9):1207-11.

**Wang X, Cai B, Cao Y, Zhou C, Yang L, Liu R, Long X, Wang W, Gao D, Bao B.** Objective method for evaluating orthodontic treatment from the lay perspective: An eye-tracking study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2016 Oct;150(4):601-10.

**Ward BL.** Friction in alignment mechanics: The effects of ligation, perturbation, and wire size on orthodontic aligning forces. St. Louis: Saint Louis University; 2007.

**Wilches LY, García DA, Quintero LM, de los Reyes AM, Aranza MP, Otero LM.** Comparación de la respuesta biológica generada por dos sistemas de brackets convencional y de autoligado. Univ Odontol. 2014;33(70):21-9.

**Woodhouse NR, DiBiase AT, Papagergiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, Cocoume MT.** Supplemental vibrational force does not reduce pain experience during initial alignment with fixed orthodontic appliances: a multicenter randomized clinical trial. *Sci Rep.* 2015;5:17224.

**Woolf CJ.** Generation of acute pain: central mechanisms. *Br Med Bull.* 1991;47:523-33.

**Xiaoting L, Yin T, Yangxi C.** Interventions for pain during fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod.* 2010;80:925-32.

**Xu X, Zhang L, Jiang Y, Huang Y, Huang S, Yang S.** Clinical research of music in relieving orthodontic pain. 2013;31(4):365-8.

**Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T.** Clinical application of prostaglandin E 1 (PGE 1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1984;85:508-18.

**Yeh CL, Kusnoto B, Viana G, Evans CA, Drummond JL.** In-vitro evaluation of frictional resistance between brackets with passive-ligation designs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jun;131(6):704.e11-22.

**Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M.** The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci.* 2008;23:27-33.

**Yu Z, Jiaqiang L, Weiting C, Wang Y, Zhen M, Ni Z.** Stability of treatment with self-ligating brackets and conventional brackets in adolescents: a long-term follow-up retrospective study. *Head Face Med.* 2014;10:41.

**Zheng B, Ren M, Lin F, Yao L.** Prediction of pain in orthodontic patients based on preoperative pain assessment. *Patient Prefer Adherence.* 2016;10:251-6.

**Zhou Y, Zheng M, Lin J, Wang Y, Yu Ni ZY.** Self-Ligating brackets and their impact on oral health-related quality of life in Chinese adolescence patients: a longitudinal prospective study. *Sci World J.* 2014;2014:352031



# ANEXOS



## 9.- ANEXOS

### ANEXO I. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA



#### COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

Edificio I+D+i  
C/ Espejo 2, 37007 Salamanca  
Tel . (34) 923 29 44 00 ext 1181  
e-mail: cbioetica@usal.es

El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión ordinaria celebrada el día 22 de junio de 2020, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado **“Análisis comparativo del dolor orofacial y la calidad de vida con distintas técnicas de ortodoncia”**, que tiene como investigador principal al Dr. Alfonso Alvarado Lorenzo

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación con nº de registro 516, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 22 de junio de 2020.

MUÑOZ DE LA  
PASCUA LUIS  
JOSE - 31238752Z

Firmado digitalmente por  
MUÑOZ DE LA PASCUA  
LUIS JOSE - 31238752Z  
Fecha: 2020.06.23 12:01:38  
+02'00'

Firmado por CALVO ANDRES JOSE  
JULIAN - 07793011J el día  
23/06/2020 con un certificado  
emitido por AC FNMT Usuarios

Fdo.: Luis Muñoz de la Pascua  
Secretario del CBE

Fdo.: José Julián Calvo Andrés  
Presidente del CBE

## ANEXO II. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Estudio: “Evaluación clínica del color en el tratamiento ortodóncico”

**Investigador Principal:** Alfonso Alvarado Lorenzo

Yo, ..... (Nombre y apellidos),

en calidad de ..... (Relación con el participante)

de D/D<sup>a</sup> ..... (Nombre del participante),

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He comprendido en qué consiste el estudio y la participación del representado.

He hablado con el Dr. ....

Comprendo que la participación es voluntaria.

Comprendo que mi representado puede retirarse del estudio:

1. Cuando quiera

2. Sin tener que dar explicaciones

3. Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos

Doy al Dr. D. .... (Nombre del investigador) mi conformidad para que  
..... (Nombre del participante) participe en el estudio.

Fecha: firma del Representante

Fecha: firma del Investigador

## ANEXO III. CUESTIONARIO DEL DOLOR

### CUESTIONARIO DEL DOLOR

NOMBRE DEL PACIENTE:

EDAD:

SEXO:

¿ALGUNA ENFERMEDAD IMPORTANTE?:

SI TOMA ALGUNA MEDICACIÓN HABITUAL INDICAR CUAL:

### MARCAR CON UNA X

BIOTIPO GINGIVAL: Fino ----  
Medio ----  
Grueso ----

SALUD PERIODONTAL: Gingivitis ----  
Periodontitis ----

TIPO DE BRACKETS: Convencional ---  
Baja fricción ---

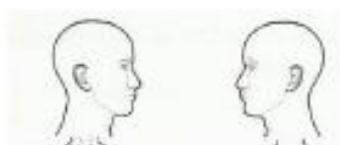
SLOT:

*Por favor marcar con una pequeña línea vertical sobre la línea horizontal según el grado de dolor que presente*

4 HORAS

Sin dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

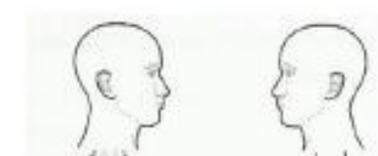
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

8 HORAS

Sin dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

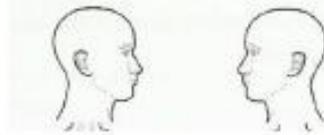
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

24 HORAS

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

2 DÍAS

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

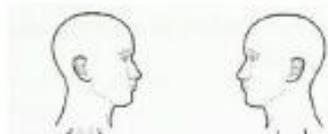
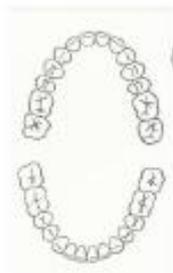
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

3 DÍAS

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

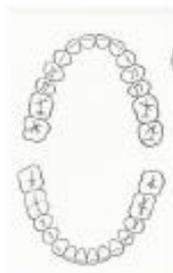
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

4 DÍAS

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

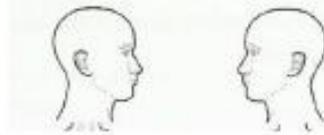
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

5 DÍAS

Sin dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

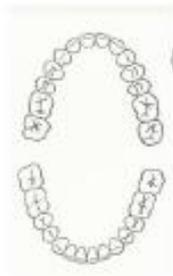
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

6 DÍAS

Sin dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

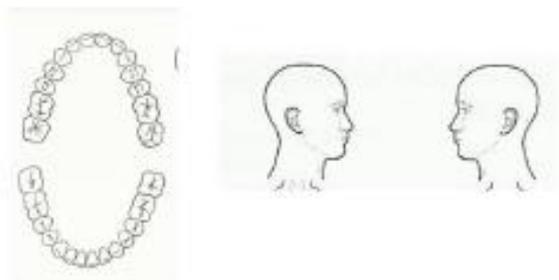
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

7 DÍAS

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

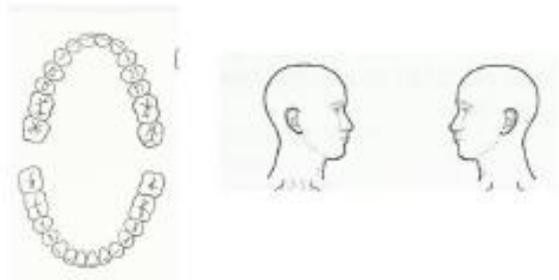
Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

A PARTIR DEL SÉPTIMO DÍA

Sim dolor \_\_\_\_\_

Peor dolor  
Posible



Marque con una X los dientes (superiores o inferiores) o zona de la cabeza donde percibe el dolor. Y también marque en el cuadro de al lado, cada palabra, o deje en blanco si no tiene dolor.

Marque la columna para indicar el grado de dolor para cada palabra, o deje en blanco si no es aplicable a usted

	Leve	Moderado	Intenso
1. Pulsátil	___	___	___
2. Disparo	___	___	___
3. Punzante	___	___	___
4. Agudo	___	___	___
5. Cólico	___	___	___
6. Perforante	___	___	___
7. Quemante	___	___	___
8. Sordo	___	___	___
9. Pesado	___	___	___
10. Sensible	___	___	___
11. Terrible	___	___	___
12. Agotador	___	___	___
13. Nauseoso	___	___	___
14. Espantoso	___	___	___
15. Cruel	___	___	___

¿A TOMADO EN ALGUNA OCASIÓN ANTIINFLAMATORIOS Y/O ANALGÉSICOS?

DÍA..... TIPO..... DOSIS.....  
DÍA..... TIPO..... DOSIS.....

## ANEXO IV. CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA ORAL OHIP VERSIÓN 14

### OHIP-14sp ORAL HEALTH IMPACT PROFILE-Spanish Version

Piense en el último año (últimos 12 meses) y responda con qué frecuencia su boca, dientes o dentaduras le han generado alguna de las siguientes situaciones:

SITUACIONES	Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	Bastantes veces	Muchas veces
Problemas al pronunciar correctamente					
Sensación de mal sabor					
Sensación de molestia o dolor					
Incomodidad a la hora de comer					
Timidez					
Preocupación					
Insatisfacción con la alimentación que lleva					
Interrupción de comidas					
Tensión o ansiedad					
Vergüenza o lástima					
Susceptibilidad/Irritabilidad con los demás					
Alteración de sus tareas/ocupaciones habituales					
Sensación de tener una vida menos satisfactoria					
Totalmente incapaz de llevar una vida normal					

# ÍNDICE TEMÁTICO



# 10.- ÍNDICE TEMÁTICO

## A

**Acrílico**, 93, 154.

**Acupuntura**, 151.

**Adhesión**, 28, 66, 164.

**Agotador (tipo de dolor)**, 176, 190-201.

**Agudo (tipo de dolor)**, 201.

**Aleaciones**, 45, 48-50, 57, 65-67, 86.

**Alineación**, 104, 105, 108, 111, 113, 115, 116, 119, 129, 135, 136, 143, 153, 158, 244, 246.

**Analgésico**, 141-145, 147, 149, 151, 153.

**Anclaje**, 42, 74-77, 79-81, 83, 84, 87, 92, 149.

**Angosto**, 52.

**Ángulo interincisivo**, 87.

**Ánodo**, 67.

**Anova**, 178, 182, 183, 203, 204, 228, 229.

**Ansas**, 42.

**Antiinflamatorio**, 140, 142-144, 147, 177, 238.

**Ápice**, 93.

**Austenítico**, 46.

**Axial**, 39, 75.

## B

**Binding**, 38, 39, 52-54, 57-61, 65, 70, 71, 74, 80, 95.

**Biomecánica**, 33, 83, 99, 101, 113.

**Biotipo periodontal**, 175, 181-183, 239, 243.

**Bolton**, 87.

**Bond a braid**, 93.

**Botón de Nance**, 92.

**Brackets convencionales**, 21, 38, 52, 55, 56, 71-76, 88, 94-106, 111-119, 130, 132-139, 147, 148, 161-165, 169, 170, 181-183, 190-201, 204, 206-216, 233, 234, 239, 241 -247, 251.

**Brackets autoligables**, 21, 55, 62, 96-98, 101, 103-105, 110-118, 130, 134, 136, 165, 169, 173, 181-183, 191-201, 206-215, 233, 234, 239, 241-247, 251.

**Brackets de autoligado activo**, 55, 56, 94, 95, 96, 103, 117, 163.

**Brackets de autoligado pasivo**, 56, 75, 76, 88, 91, 94-96, 98, 103, 117, 165.

**Brackets de baja fricción**, 21, 55, 83, 84, 96, 102, 105, 115, 116, 118, 170, 174, 234, 235, 245.

## C

**Calidad de vida oral (CVO)**, 155, 157-161, 163, 169, 177, 218, 235-238, 246, 247, 294.

**Calidad de vida oral relacionada con la salud (CVRSO)**, 156.

**Citoquinas**, 119, 120, 125.

**Coefficiente de fricción** 27, 29, 30, 34, 37, 39, 40, 46, 47, 50, 51, 64, 65, 67, 68, 75.

**Cólico (tipo de dolor)**, 176, 190-201.

**Competencia labial**, 87, 88.

**Cóndilo**, 120.

**Corrosión**, 44, 50, 66, 67.

**Crimpables**, 86.

**Cromo**, 45, 49, 50, 139.

**Cruel (tipo de dolor)**, 176, 190-202.

**Cupla**, 25, 33-35, 37, 38, 39, 53, 58, 59, 69, 81, 84.

## D

**Damon**, 53, 55, 56, 71, 72, 85-102, 111-115, 135, 136, 138, 139, 161, 162, 164, 165, 243, 244, 246.

**Deflexión**, 38, 41, 47- 49.

**Deslizamiento**, 25, 28, 30, 35, 38, 40, 41, 43, 47, 51, 52, 54, 55, 57-62, 64, 65, 67, 69, 70, 72, 74-80, 82-84, 88, 95-97, 100, 101, 102, 105, 108, 244.

**D-gainer**, 91.

**Disparo (tipo de dolor)**, 176, 190-200.

**Distal**, 47, 63, 75-79, 83, 89, 92, 152.

**Distalización**, 74, 75.

## **E**

**Electrolítico**, 66.

**Escala visual analógica**, 21, 143, 165, 170, 176, 203, 236, 251,

**Espantoso (tipo de dolor)**, 190, 191-201.

**Essix**, 93.

**Estudio cefalométrico**, 87.

**Etoricoxib**, 144, 145, 148.

**Extrusión**, 25, 47.

## **F**

**Fibroblastos**, 25.

**Fluoruro**, 67.

**Fricción**, 25-30, 33-43, 45-47, 50-52, 54-58, 60, 62-72, 74-86, 88, 93-97, 100-105, 107, 111, 114-117, 119, 149, 162, 165, 169, 173, 183, 191, 233, 234, 241, 243-246.

**Fricción cinética**, 29, 30, 36, 37, 40, 50, 64.

**Fricción estática**, 25, 29, 30, 36, 37, 40, 64, 68, 96, 107, 111.

**Fuerza elástica**, 77, 78, 79, 80, 120.

**Fuerza de retracción**, 77-79.

## **G**

**Grupo autoligado**, 22, 182, 184, 189, 201, 216, 217, 223-225, 230, 241, 247, 251, 252.

**Grupo convencional**, 22, 106, 162, 185, 190, 191, 202, 205, 217, 224, 225, 231, 241, 242, 248, 227, 248, 249, 252, 253.

**Grupo synergy**, 21, 22, 183-185, 190, 191, 202, 203, 205, 217, 218, 224, 225, 228, 231, 241-245, 248, 252, 253.

## H

**Herbst**, 92, 120.

**Hidrolítica**, 62.

**Hiperalgnesia**, 122.

**Histamina**, 122, 125.

**Histoquímico**, 25.

**Humectabilidad**, 66.

## I

**Ibuprofeno**, 141-147.

**Inercia**, 31, 41, 75.

**Inflamación**, 120, 125, 153.

**Isotrópico**, 51.

**Isquemia**, 153.

## L

**Láser**, 140, 144, 145, 149-153.

**Ligaduras**, 29, 52, 55, 62, 98, 103, 104, 108-110, 113, 115, 117, 149, 176, 244.

**Ligaduras elastoméricas** 44, 62, 63, 66, 71, 85, 105, 118, 130, 246.

**Ligaduras metálicas**, 44, 61, 62, 66, 71, 85, 109, 130, 246.

**Ligamento periodontal**, 21, 33, 56, 81, 102, 115, 119, 121, 122, 127, 128, 153.

**Lingual**, 73, 74, 89-93, 160, 162, 164, 189, 248.

## M

**Masetero**, 128.

**Mecánica de deslizamiento**, 40, 43, 47, 50, 51, 55, 59, 61, 69, 70, 72, 74-76, 79, 80, 87, 96, 100, 102, 105, 244.

**Mediadores químicos**, 21.

**Mesiodistal**, 40-43, 52, 53, 60, 79.

**Metanálisis**, 145.

**Módulo de elasticidade**, 41, 49.

**Monocitos**, 125.

**Multirradicular**, 25.

**Musculatura orofacial**, 86.

## N

**Neuropéptidos**, 125.

**Niti**, 130 – 136, 138-139, 245, 246.

**Nivelación**, 25, 26, 40-43, 45, 63, 70-72, 98, 101, 104, 115, 116, 128, 129, 240, 246.

**Notching**, 39, 57.

## O

**Oral health impact profile**, 177, 237.

**Oral impacts on daily performance**, 156, 237.

**Osteoclastos**, 25, 102.

## P

**Palatino**, 89, 92, 93.

**Película adquirida**, 43, 44, 66.

**Perforante (tipo de dolor),** 176, 190, 190-201.

**Periodonto,** 25, 119, 125, 175.

**Pesado (tipo de dolor),** 176, 190-202.

**Placebo,** 141-149, 152.

**Plano mandibular,** 87.

**Polímero,** 50, 51, 62.

**Prostaglandina,** 121, 122, 141, 142, 151.

**Pulsátil (tipo de dolor),** 21, 176, 190- 202, 241.

## Q

**Quemante (tipo de dolor),** 176, 190-201.

**Quimiocinas,** 119.

## R

**Ranura,** 35, 38-44, 46, 50-60, 63, 65, 70, 83, 84, 95-97, 101, 103-105, 110, 117.

**Recontorneado,** 93.

**Reflectancia,** 47.

**Resilencia,** 41.

**Retroligadura,** 83, 90.

**Ricketts,** 135.

**Rigidez,** 44, 46, 48, 49, 52, 61.

**Rozamiento,** 29, 30, 36, 37, 52, 67, 83, 84.

## S

**Sensible (tipo de dolor),** 21, 177, 191-203.

**Sinergy,** 19-23, 55, 82, 102, 112, 116, 170, 182-191, 193-205, 207-218, 220-226, 229-231, 241-245, 248, 252, 253.

**Sinterizado**, 50.

**Slot**, 19, 21, 47, 50, 58-61, 84, 96, 100, 105, 108-110, 112, 135, 139, 140, 174, 182, 234.

**Sordo (tipo de dolor)**, 177, 191-202.

**Stick-slip**, 43, 64, 65.

**Superelástico**, 40, 46, 82, 83, 104, 118, 130, 131, 133, 134, 177, 246, 247.

**Superficie**, 26-30, 32-34, 37-39, 44, 46-48, 50, 51, 54, 63-67, 91, 108, 111, 129, 177, 241.

**Sustancia P**, 122, 123, 126.

## **T**

**Terrible (tipo de dolor)**, 177, 191-202.

**Tip**, 43, 61.

**Tipping**, 41,42.

**Torque**, 36, 39, 44, 56, 59, 61, 63, 75, 86, 88-90, 93, 95, 96, 110.

**Torsión**, 83, 84.

**Tribología**, 26.

## **V**

**Victory**, 53, 102, 104, 105, 106, 112, 114-119, 131, 132, 134, 135, 137, 139, 140, 165, 166.

## **Z**

**Zafiro**, 51.