

EVALUACIÓN DE LAS VARIACIONES DIMENSIONALES DEL TORQUE DE BRACKETS NUEVOS

Gladys Carrero*, Lía Belandria*, Marco Aurelio Pardo**, Ingrid Mora***, Gloria Bautista****

*Departamento de Preventiva y Social. Facultad de Odontología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. **Director Postgrado de Ortodoncia. ***Periodoncista. Docente de Investigación. ****Docente Estadística, Universidad El Bosque. Bogotá Colombia.

E-mail: gladysca60@yahoo.es

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue determinar las variaciones dimensionales del torque en brackets nuevos de acero inoxidable, de técnica arco recto, prescripción Roth, de tres casas comerciales. Se tomó una muestra de forma probabilística de 360 brackets, 120 de la casa comercial Ortho USA (Luminus), 120 de Ormco (Mini Twin) y 120 de Rocky Mountain Orthodontics (Mini Taurus), los cuales se dividieron por grupo dental según el arco dentario (superior e inferior), y por las diferencias en el torque de los brackets de cada casa comercial. El rango de tolerancia solo fue establecido por la casa comercial Ortho USA, de acuerdo a información suministrada por el fabricante fue $\pm 1^\circ$. Los resultados muestran que para Ortho USA, los valores de torque obtenidos en los grupos dentales de caninos superiores e inferiores, incisivos inferiores y segundos premolares inferiores estuvieron cercanos al valor nominal. Para Ormco los valores del torque de los grupos dentales de caninos inferiores y segundos premolares inferiores fueron los más alejados del valor nominal, con una variación de 2° . Para Rocky Mountain Orthodontics los promedios para todos los grupos dentales se encontraron muy cercanos al valor nominal. Los brackets estudiados presentaron variados grados de imprecisión por exceso o defecto para la única casa comercial que declaró su tolerancia. Los brackets de las casas comerciales que no declararon la tolerancia parecieron más precisos, pero la falta de la información solicitada no permite extender las conclusiones más allá de los brackets medidos.

Palabras clave: brackets, torque, aparatos preajustados, medidas.

EVALUATION OF DIMENSIONAL VARIATIONS OF THE TORQUE OF NEW BRACKETS

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the dimensional variations of the torque of new stainless steel brackets, straight wire technique, with Roth prescription, of three different companies. A total of 360 brackets were chosen as the sample by a probability method; 120 of them from Ortho USA (Luminus), 120 from Ormco (Mini Twin) and 120 from Rocky Mountain Orthodontics, which were divided by dental group according to the dental arch (upper and lower) and differences in torque of the brackets from each commercial firms. The tolerance range was only established for the commercial firms Ortho USA, according to information provided by the manufacturer was $\pm 1^\circ$. The results show that for Ortho USA, torque values obtained in the

dental groups of upper and lower canines, lower incisors and second premolars were close to the nominal values. For Ormco, torque values of dental groups lower canines and second premolars were the furthest from the nominal value, with a variation of 2 °. For Rocky Mountain Orthodontics the averages of all dental groups were very close to the nominal value. The brackets studied showed varying degrees of imprecision for excess or defect for the only company that declared its tolerance. The brackets of the commercial firms that didn't report their tolerance appeared more accurately, but the lack of the requested information does not allow to extend the conclusions beyond the brackets measured.

Key words: brackets, torque, pre adjusted appliances, measurement.

Introducción

Los aparatos ortodóncicos son utilizados para producir movimiento dental, y están constituidos por elementos activos y pasivos. Los elementos activos (alambres de diferentes calibres y secciones, resortes en espiral, cadenas elásticas) ejercen la fuerza que actúa sobre el diente, mientras que los elementos pasivos (brackets, tubos) proveen los medios para la fijación de los elementos activos a los dientes. Entre las características de estos aditamentos encontramos el tamaño del bracket, las dimensiones de la ranura (profundidad y altura) (1) y el torque, que desde el punto de vista mecánico, se refiere a la torsión de una estructura sobre su eje longitudinal, lo que resulta en un ángulo de torsión.(2,3,4,5,6).

La aparatología ortodóncica moderna incorpora angulaciones y torques en la ranura del bracket, reduciendo así la incorporación de dobleces en el alambre. La capacidad de ajustar el alambre en la ranura del bracket, permite un mayor uso de la prescripción programada de los brackets de arco recto.(7,8). La ranura del bracket puede ajustarse completamente en ambos sistemas, tanto en ranura 0.018 como en la ranura 0.022 pulgadas (3,9).

Para generar un control tridimensional durante el movimiento dental, es necesaria una completa interacción del alambre dentro de la ranura del bracket (10). Cuanto mayor sea el

componente de precisión contra la parte interna del bracket o del tubo, mayor será el control y la precisión del movimiento, especialmente en los movimientos de torsión (3,11,12).

Se ha reportado que el control del torque, es esencial para precisar la posición de los dientes debido a que variaciones en la ranura del bracket y en la dimensión del alambre, pueden ocasionar fracasos en los mecanismos de proyección, al igual que la pérdida de inclinación axial de incisivos, en especial en la fase de retracción de los tratamientos con exodoncias (4,13).

La relación ideal entre la ranura del bracket y el alambre, puede verse afectada por los diferentes procesos de fabricación tanto de los brackets como de los alambres (14). Si esta relación es alterada se pueden generar sistemas de fuerzas no predecibles, cuyo efecto puede producir algún daño al paciente.

Los objetivos del tratamiento ortodóncico pueden ser alcanzados con la obtención de una oclusión funcional, adecuada estética y estabilidad. Uno de los criterios para obtener la oclusión funcional es lograr inclinaciones axiales ideales de todos los dientes al final del tratamiento activo. Los aparatos preajustados presentan una serie de características dentro de las cuales se encuentra el torque, cuyos valores varían para las diferentes prescripciones y para cada grupo dental (14,15).

El posicionamiento óptimo de los dientes depende de un control óptimo de la interacción entre el bracket y el alambre. Esto es especialmente importante en las aplicaciones de torque. Las ranuras de algunos de los brackets actuales han incorporado angulaciones de torque para reducir el torque en los arcos de alambre. En este caso, el torque efectivo será igual al torque del bracket más el torque incorporado en el arco de alambre, menos el juego torsional (16,17,18,19).

Los fabricantes de brackets permiten una variación aceptable en el tamaño y características del bracket (20, 21, 22, 23) incluyendo precisión dimensional y consistencia en el torque. Además se puede encontrar cierta variabilidad entre el valor de torque nominal y el valor de torque real de los brackets (16, 24).

El propósito del presente estudio es determinar las variaciones dimensionales del torque en brackets nuevos de acero inoxidable, de técnica arco recto, prescripción Roth, de tres casas comerciales.

Materiales y Métodos

Antes de obtener el tamaño de muestra se realizó un estudio piloto que consistió en tomar 10 (diez) brackets por grupo dental de cada casa comercial Ortho USA, Ormco, y Rocky Mountain Orthodontics (RMO); midiendo un total de 240 brackets.

La muestra fue calculada con base en estos datos, para contrastar la hipótesis de la forma.

$$H_0 = \mu = \mu_0$$

$H_a = \mu \neq \mu_0$, siendo μ_0 el valor reportado por la casa comercial más o menos $1,0^\circ$ utilizando la expresión

$$N = \sigma^2 [Z_{(1-\alpha)/2} + Z_{1-\beta}]^2$$

Donde: $\mu_0 - \mu_a = \text{error aceptado} = 2,0^\circ$

σ^2 = es la varianza obtenida en los datos del piloto, la cual varía para cada grupo dental y casa comercial.

$$Z_{(1-\alpha)/2} = Z_{0,975} = 1,96$$

$$Z_{1-\beta} = Z_{0,8} = 0,85$$

Con base en los datos del estudio piloto se determinó el tamaño de la muestra considerando un poder del 80% y un nivel de confianza del 95%. La muestra fue de 360 brackets de acero inoxidable nuevos de ranura 0,018 pulgadas con técnica de Roth, divididos en 120 brackets de la casa comercial Ortho USA (Luminus), 120 brackets de Ormco (Mini Twin), y 120 brackets de RMO (Mini Taurus).

Los brackets fueron divididos por grupo dental según el arco dentario (superior e inferior) y por las diferencias en el torque de los brackets de cada casa comercial.

Los brackets del maxilar superior se agruparon en incisivos centrales, incisivos laterales, caninos, y en un mismo grupo primeros y segundos premolares. Los brackets del maxilar inferior se agruparon en incisivos centrales y laterales en un mismo grupo, caninos, primeros y segundos premolares. El número de brackets calculado probabilísticamente se presenta en la tabla 1.

Se utilizó un proyector de perfiles marca Mitutoyo, referencia PJ-300 con una lente de magnificación de 20 aumentos; acreditado S.C.L resolución 35705 de noviembre de 2002 donde se reporta una incertidumbre de medición de 3 μm (0.003 mm).

Para la medición de los ángulos de los brackets se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se tomó cada una de las muestras y sujetándola con una pinza adecuada, se llevó a un proyector de perfiles Mitutoyo ref.: PJ- 300, cuya resolución para medición de ángulos es de $0^{\circ}.0'1''$.
2. Se montó el conjunto pieza-pinza en la mesa de referencia del proyector de perfiles y con la utilización de una lente de 20 aumentos se proyectó el bracket permitiendo ver el contorno del mismo. Con la imagen proyectada en la pantalla del proyector de perfiles se hizo la alineación y medición de la característica objeto de estudio; conformado por una perpendicular a la base del bracket y una tangente a la ranura del bracket. (Figura 1 y 2)
3. La medición se realizó bajo condiciones ambientales controladas así: humedad relativa 50-60%, temperatura $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ con lo cual se garantizó uniformidad en la mediciones.
4. El instrumento cuenta con programa de mantenimiento de verificación y calibración. La calibración del examinador se llevó a cabo realizando medición de su reproducibilidad con medidas repetidas (2 veces) sobre 10 brackets por grupo dental.
5. Estadísticamente se evaluó utilizando el coeficiente de correlación intraclase del cual se obtuvo un valor de 0.89, se consideró que la calibración era adecuada por cuanto este valor fue superior a 0.8. Todas las mediciones de la investigación fueron realizadas por el mismo operador y con el mismo equipo.

Tabla 1. Tamaño de muestra según los grupos dentales y las diferencias en el torque. El tamaño de muestra que se presenta es para cada una de las casas comerciales mencionadas.

Grupo Dental	Casa Comercial					
	OrthoUS		Ormco		RMO	
	N	Tq	N	Tq	N	Tq
Superiores						
Incisivos centrales	15	12°	15	12°	15	12°
Incisivos laterales	15	8°	15	8°	15	8°
Caninos	15	-2°	15	0°	15	0°
1eros y 2dos Premolares	15	-7°	15	-7°	15	-7°
Inferiores						
Incisivos centrales y laterales	15	-1°	15	-1°	15	-1°
Caninos	15	-11°	15	-11°	15	-11°
1er Premolar	15	-17°	15	-17°	15	-17°
2do Premolar	15	-22°	15	-22°	15	-22°
TOTAL	120		120		120	

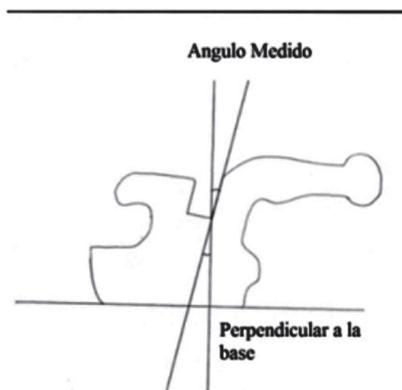


Figura 1. Ángulo medido en la ranura del bracket. Conformado por una perpendicular a la base del bracket y una tangente a la ranura del bracket.

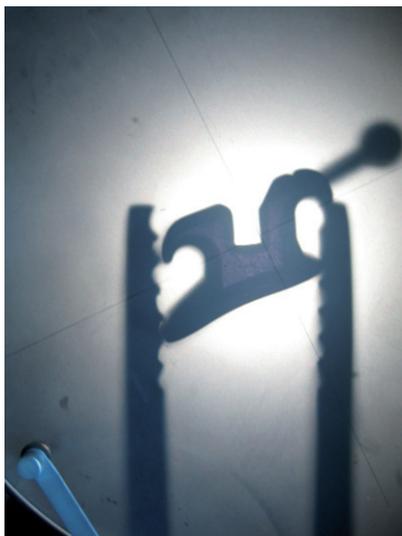


Figura 2. Posición del bracket en el proyector de perfiles Mitutoyo.

Aspectos estadísticos:

Los datos fueron almacenados utilizando una base de datos creada en Microsoft Excel®. Para la generación de resultados descriptivos e inferenciales se utilizó el software estadístico Minitab 14.0.

La estadística descriptiva incluyó medidas de tendencia central y variabilidad (promedio, desviación estándar y coeficientes de variación, entre otros).

La estadística inferencial contrastó las hipótesis planteadas utilizando la prueba t para un solo grupo. Estas hipótesis solo fueron contrastadas para la casa comercial Orthousa, por ser la única que reportó el margen de error permitido en la medida.

Resultados

Solamente una de las casas comerciales accedió a dar un dato de precisión de sus brackets (Ortho USA®) y por esta razón pueden ser procesados para establecer su exactitud en términos del torque, con relación al valor declarado y a su uniformidad. En las otras dos casas comerciales los datos solo podrán ser descritos, sin la posibilidad de procesarlos para obtener información de tipo inferencial. En otras palabras la información de Rocky Mountain y Ormco solo se aplica a los brackets medidos en este estudio; mientras que la de Ortho USA es posible extenderla al universo de ese lote y tipo de bracket. Por las mismas razones las comparaciones entre casas comerciales serán solamente descriptivas.

La tabla 2 muestra los resultados de las mediciones para los brackets Luminus, de la casa comercial Ortho USA. Observándose que los valores de torque obtenidos en las mediciones para los grupos dentales de incisivos centrales superiores, incisivos laterales superiores, premolares superiores y primeros premolares inferiores, estuvieron alejados del valor nominal; los demás grupos dentales estuvieron cercanos a dicho valor. Las desviaciones estándar se encontraron entre 0,08° y 0,82°; con respecto a los coeficientes de variación, el más alto correspondió al grupo dental de caninos superiores (-11,87). Los demás grupos dentales estuvieron en un rango entre 8,02 y -8,23. Los rangos de variación estuvieron cerca a los dos grados excepto en el grupo de premolares superiores que fue de aproximadamente tres grados.

Tabla 2 Estadística Descriptiva del torque de los brackets de la casa comercial Ortho USA (Luminus)

VARIABLE	TORQUE NOMINAL		TORQUE ENCONTRADO				
	N	Promedio	DS	CV	Mínimo	Máximo	
Superior							
Incisivo Central	12°	15	15,08	0,27	1,79	14,50	15,38
Incisivo Lateral	8°	15	5,09	0,41	8,02	4,58	5,85
Canino	-2°	15	-1,01	0,12	-11,87	-1,30	-0,87
Primer y Segundo Premolar	-7°	15	-16,67	0,82	-4,91	-18,00	-14,98
Inferior							
Incisivo Central y Lateral	-1°	15	-0,99	0,08	-8,23	-1,06	-0,82
Canino	-11°	15	-11,57	0,35	-3,00	-12,00	-10,90
Primer Premolar	-17°	15	-21,26	0,40	-1,88	-22,00	-20,51
Segundo Premolar	-22°	15	-23,27	0,42	-1,82	-24,00	-22,54

La tabla 3 presenta la estadística descriptiva de los valores de torque encontrados para la casa comercial Ormco. Se observa que los valores del torque de los grupos dentales caninos inferiores y segundos premolares inferiores fueron los más alejados del valor nominal, con una variación de 2°. Por otra parte el grupo dental de incisivos laterales superiores presentó un valor de medición casi exacto al valor nominal. Con relación a la variación, las desviaciones estándar estuvieron en un rango entre 0,13 y 0,38. Los grupos dentales de caninos superiores e incisivos inferiores presentaron el coeficiente de variación más alto, -12,91 y -19,14 respectivamente. El resto de los coeficientes estuvieron entre 2,00 y -6,45. Los rangos de variación son menores a 1 grado excepto para los premolares superiores que superan ligeramente ese valor.

El resultado de las mediciones del torque de los brackets de la casa comercial Rocky Mountain Orthodontics se muestra en la tabla 4, donde los promedios para todos los grupos

dentales se encontraron muy cercanos al valor nominal. El rango de las desviaciones estándar estuvo entre 0,08° y 2,55°; con respecto a los coeficientes de variación, el valor más alto fue para el grupo dental de caninos superiores siendo de -91,41; el valor más bajo correspondió a los incisivos laterales superiores siendo de 1,47. Los rangos de variación fueron menores a un grado excepto en los primeros premolares inferiores en los cuales fue de 2.1 grados y en los segundos premolares inferiores que fue sorprendentemente alto (10,44 grados).

La tabla 5 presenta los resultados de precisión de los brackets de Ortho USA de acuerdo a la tolerancia declarada por el fabricante. En ella se hacen evidentes significancias importantes especialmente en el grupo de premolares superiores y en el de los inferiores. Lo observado muestra que sus brackets de incisivos centrales superiores tienen menos torque del declarado, los laterales mas, los premolares menos y el resto está dentro de la precisión declarada.

Tabla 3 Estadística Descriptiva del torque de los brackets de la casa comercial Ormco (Mini Twin)

VARIABLE	TORQUE NOMINAL	TORQUE ENCONTRADO					
		N	Promedio	DS	CV	Mínimo	Máximo
Superior							
Incisivo Central	12°	15	12,19	0,24	2,00	11,79	12,48
Incisivo Lateral	8°	15	7,92	0,16	1,99	7,71	8,19
Canino	0°	15	-0,98	0,13	-12,91	-1,20	-0,82
Primer y Segundo Premolar	-7°	15	-5,82	0,38	-6,45	-6,32	-5,16
Inferior							
Incisivo Central y Lateral	-1°	15	-0,73	0,14	-19,14	-0,91	-0,53
Canino	-11°	15	-8,88	0,28	-3,13	-9,36	-8,51
Primer Premolar	-17°	15	-17,90	0,33	-1,82	-18,46	-17,51
Segundo Premolar	-22°	15	-24,06	0,30	-1,24	-24,48	-23,65

Tabla 4 Estadística Descriptiva del torque de los brackets de la casa comercial Rocky Mountain Orthodontics (Mini Taurus)

VARIABLE	TORQUE NOMINAL	TORQUE ENCONTRADO					
		N	Promedio	DS	CV	Mínimo	Máximo
Superior							
Incisivo Central	12°	15	11,82	0,28	2,32	11,17	12,00
Incisivo Lateral	8°	15	8,60	0,13	1,47	8,38	8,82
Canino	0°	15	-0,22	0,20	-91,41	-0,72	-0,07
Primer y Segundo Premolar	-7°	15	-7,40	0,26	-3,48	-7,83	-7,04
Inferior							
Incisivo Central y Lateral	-1°	15	-0,71	0,08	-10,64	-0,81	-0,61
Canino	-11°	15	-11,01	0,26	-2,34	-11,30	-10,51
Primer Premolar	-17°	15	-16,87	0,51	-3,04	-17,15	-15,05
Segundo Premolar	-22°	15	-22,67	2,55	-11,24	-31,85	-21,41

Tabla 5 Diferencia Significativa del torque encontrado en los brackets de la casa comercial Ortho USA (Luminus)

VARIABLE	TORQUE NOMINAL		TORQUE ENCONTRADO					P
	N	Promedio	DE	Hipótesis	Límite Superior	Límite Inferior		
Superior								
Incisivo Central	12°	15	15,08	0,27	Ho < 11	15,19		1,000
					Ho > 13		14,95	0,000
Incisivo Lateral	8°	15	5,09	0,41	Ho < 7	5,27		0,000
					Ho > 9		4,90	1,000
Canino	-2°	15	-1,01	0,12	Ho < -1	-0,95		1,000
					Ho > -3		-1,06	0,584
Primer y Segundo Premolar	-7°	15	-16,67	0,82	Ho < -6	-16,29		0,000
					Ho > -8		-17,04	1,000
Inferior								
Incisivo Central y Lateral	-1°	15	-0,99	0,08	Ho < 0	-0,95		1,000
					Ho > -2		-1,03	1,000
Canino	-11°	15	-11,57	0,35	Ho < -10	-11,41		1,000
					Ho > -12		-11,73	1,000
Primer Premolar	-17°	15	-21,26	0,40	Ho < -16	-21,08		0,000
					Ho > -18		-21,44	1,000
Segundo Premolar	-22°	15	-23,27	0,42	Ho < -21	-23,07		0,015
					Ho > -23		-23,46	1,000

Tabla 6. Relación entre el torque encontrado y el declarado para los diferentes grupos de brackets del presente estudio.

Variable	Torque Nominal	Promedios			Pe/Pn		
		Ortho USA	Ormco	RMO	Ortho USA	Ormco	RMO
Superior							
Incisivo Central	12	15,08	12,19	11,82	1,26	1,02	0,99
Incisivo Lateral	8	5,09	7,92	8,6	0,64	0,99	1,08
Canino *	0	-1,01	-0,98	-0,22	0,51	-	-
Primer y Segundo Premolar	-7	-16,67	-5,82	-7,4	2,38	0,83	1,06
Inferior							
Incisivo Central y Lateral	-1	-0,99	-0,73	-0,71	0,99	0,73	0,71
Canino	-11	-11,57	-8,88	-11,01	1,05	0,81	1,00
Primer Premolar	-17	-21,26	-17,9	-16,87	1,25	1,05	0,99
Segundo Premolar	-22	-23,27	-24,06	-22,67	1,06	1,09	1,03

* En Ortho USA es -2

Discusión

Para la presente investigación solamente la casa comercial Ortho USA declaró un valor de tolerancia del torque de sus brackets. Por esa razón sus resultados son los únicos que permiten hacer extensión al universo de los brackets, al menos para el lote al cual pertenecen los que constituyeron la muestra. A pesar de que las otras dos casas comerciales no aportaron dicha información, sus estadísticas descriptivas parecen mejores, pero es imposible asegurarlo para el universo de los brackets por el desconocimiento del valor de tolerancia.

Con relación a las tolerancias declaradas, solamente los brackets de incisivos inferiores y los caninos superiores e inferiores estuvieron dentro de la precisión prometida por el fabricante. A excepción de los premolares superiores que se apartaron mucho del valor nominal (alrededor de 9 grados) y de los laterales y centrales superiores (alrededor de 3 grados) los demás grupos de dientes presentaron diferencias pequeñas. Los brackets de caninos y de incisivos inferiores presentaron coeficientes de variación altos. Esta característica parece más asociada al conocido aumento del coeficiente de variación con promedios muy cercanos a cero que a la varianza en sí.

El impacto clínico de los resultados podría ser discutible si se tiene en cuenta el juego torsional. Para alambres sin bisel de dimensión 0,016 x 0,022 en ranuras 0,018 x 0,025 el juego torsional es alrededor de 6 grados, cifra que se acerca al máximo error promedio acá descrito. Si el alambre tiene bisel los valores de juego torsional son alrededor de tres veces más, oscureciendo la importancia de la precisión (16,17,18). Finalmente las imprecisiones en las dimensiones verticales de la ranura pueden aumentar o disminuir el problema. La evidencia muestra que es más probable que las ranuras sean imprecisas por aumento en la dimensión

ocluso gingival que al revés, por lo que se incrementaría el juego torsional, disminuyendo la importancia del problema del torque impreciso por exceso y aumentando el de defecto. En resumen una variada cantidad de factores confluyen para aumentar o disminuir el impacto clínico (25, 26, 27).

La tabla 6 presenta la relación entre el torque encontrado en la presente investigación y el torque nominal. En ella se aprecia cómo hubo tanto valores de torque mayores como menores en la muestra y que la máxima diferencia por exceso fue de una medida 138% mayor (-16,67 cuando debería ser -7). La máxima diferencia por defecto fue de 49% menos torque. Por último es necesario destacar que en los casos de máximo error, este pareció ser del lado más perjudicial ya que en el caso de tener más de -16 grados cuando debería ser -7 expone al paciente a dehiscencias o fenestraciones en la tabla bucal.

Conclusiones

- 1.- Los brackets estudiados presentaron variados grados de imprecisión por exceso o defecto para la única casa comercial que declaró su tolerancia.
- 2.- Los brackets de las casas comerciales que no declararon la tolerancia parecieron más precisos, pero la falta de la información solicitada no permite extender las conclusiones más allá de los brackets medidos.
- 3.- Los errores promedio en el torque en el mayor de los casos fueron de alrededor de nueve grados.

Referencias

1. Canut Brusola JA. Ortodoncia clínica. Ediciones científicas y técnicas. S.A. Masson, Ed. Salvat. 1988.
2. Archambault A, Lacoursiere R, Badawi H, Mayor PW, Carey J, Flores M. Torque Expression in stainless steel orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2010; 80 (1).
3. Peck Sheldon. Orthodontic slot size: It's time to retool. *Angle Orthod.* 2001; 71 (5): 329-330.
4. Epstein M. Benefits and rationale of differential bracket slot sizes: The use of 0.018- inch and 0.022- inch slot sizes within single bracket system. *Angle Orthod.* 2002; 72 (1): 1-2.
5. Wagner JA, Nikolai RJ. Stiffness of incisor segments of edgewise arches in torsion and bending. *Angle Orthod.* 1985; 55:37-50.
6. Raunch DE. Torque and its application to orthodontics. *Am J Orthod.* 1959; 45:817-830.
7. Thurow, Raymond C. Edgewise Orthodontics. Edición 2, St. Louis, C.V. Ed. Mosby. 1996.
8. Oh Keun-Taek, Choo Sung-Uk, Kim KM, Kim KN. A stainless steel bracket for orthodontic application. *Eur J of Orthod.* 2005; 27 (3): 237-244.
9. Cash AC, Good SA, Curtis RV. An evaluation of slot size in orthodontic brackets- Are standards as expected?. *Angle Orthod.* 2004; 74 (4): 450-453.
10. Kiourtsis DJ. A comparison of the slot dimensions and prescribed torque angles among four brands of ceramic brackets (Tesis). Columbus: The Ohio State University. 1992.
11. Proffit W, Fields HW. Contemporary orthodontics. St. Louis: Mosby; 2000.
12. Drescher D, Bourauel C, Schumacher HA. Frictional forces between brackets and arch wire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 96: 397-404.
13. Siatkowski R. Loss of anterior torque control due to variations in bracket slot and archwire dimensions. *J Clin Orthod.* 1999; 33: 508-510.
14. Gioka C, Eliades T. Materials-induced variation in the torque expression of preadjusted appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125: 323-8.
15. O'Higgins EA, Kirschen RH, Lee RT. The influence of maxillary incisor inclination on arch length. *Br J Orthod.* 1999; 26:97-102.
16. Meling TR, Ødegaard J, Meling EØ. On mechanical properties of square and rectangular stainless steel wires in torsion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111 (3): 310-20.
17. Sebanc J, Brantley WA, Pincsak JJ, Conover JP. Variability of effective root torque as a function of edge bevel on orthodontic arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984; 86 (1): 43-51.
18. Kang BS, Baek SH, Mah J, Yang WS. Three-dimensional relationship between the critical contact angle and the torque angle. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123 (1): 64-73.
19. Kusy RP, Whitley JQ. Assessment of second-order clearances between orthodontic archwires and brackets slots via the critical contact angle for binding. *Angle Orthod.* 1999; 69 (1): 71-80.
20. Choi LK, Caruso JM, Scott GE, Jeiroudi MT. Deformation of metal brackets. *Angle Orthod.* 1989; 72 (3): 145-149.
21. Flores DA, Choi LK, Caruso JM, Tomlinson JL, Scott GE, Jeiroudi MT. Deformation of metal brackets: a comparative study. *Angle Orthod.* 1994; 64 (4): 283-290.
22. Dobrin RJ, Kamel JR, Musich DR. Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontics brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1975; 67(1):24-33.
23. Feldner JC, Sarkar NK, Sheridan JJ, Lancaster DM. In vitro torque-deformation characteristics of orthodontic polycarbonate brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994; 106(3):265-72.

24. Raunch DE. Torque and its application to orthodontics. *Am J Orthod*, 1959; 45:817-830.
25. Bernal S, Pardo M. Evaluación de las variaciones dimensionales de la altura de la ranura de los brackets nuevos. Tesis de grado. Bogotá. Universidad El Bosque. 2005.
26. Pardo M, Sarria MF, Tamayo A. Evaluación de las variaciones dimensionales de la altura de la ranura de brackets nuevos. Tesis de grado. Bogotá.
27. Pardo MA, García MA, Moreno NP. Evaluación de las variaciones dimensionales del torque de brackets nuevos. Tesis de grado. Bogotá. Universidad El Bosque, 2008.