

Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I

Bite force: Its importance in chewing, its measurement and its clinical determinants. Part I.

Dra. Patricia E. Alfaro Moctezuma.
Departamento de Atención a la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

Dr. José Martín Núñez Martínez.
Departamento de Atención a la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

Dr. Fernando Ángeles Medina.
Facultad de Odontología.
Universidad Nacional Autónoma de México.

Dra. Gabriela Romero Esquiliano.
Departamento de Atención a la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

Dra. Ma. del Carmen Osorno Escareño.
Departamento de Atención a la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

Recibido: Agosto de 2011
Aceptado para publicación: Diciembre de 2011

Resumen.

La fuerza de mordida (FM) es un indicador del estado funcional del sistema masticatorio. El propósito de este trabajo fue exponer información disponible y útil para la práctica odontológica acerca de la FM. Se trata de enfatizar que su evaluación directa depende de un gran número de factores para lo que se muestran acuerdos y controversias actuales contenidas en la literatura científica.

En esta primera parte se analiza la importancia de la FM en la eficiencia masticatoria y ante la consistencia de la dieta, los dispositivos y técnicas de medición utilizados que pueden afectar su registro, su relación con la edad y el crecimiento y desarrollo, así como con el sexo.

Palabras clave: *fuerza de mordida, fuerza oclusal, eficiencia masticatoria.*

Abstract

Bite force (BF) is an indicator of the functional status of the masticatory system. The aim of this study is to present useful and accessible information on BF for use in dental practice. It seeks to emphasize the fact that the direct assessment of BF depends on a number of factors, for which purpose a range of examples of the current consensus and lack thereof regarding BF to be found in the relevant scientific literature are described.

The first part of the article discusses the importance of BF in masticatory efficiency and its relationship to the consistency of the food consumed, as well as the range of measuring devices and techniques used that can affect its recording, and its relationship to age, sex, growth, and development.

Keywords: *bite force, occlusal force, masticatory efficiency.*

Introducción.

La fuerza de mordida (FM) es un componente de la función masticatoria¹, es un indicador de su estado funcional² y se ha definido como la máxima fuerza generada entre los dientes maxilares y mandibulares.^{3,4} La generación de la FM depende de la acción, volumen y coordinación de músculos masticatorios,⁵ de los mecanismos de la articulación temporomandibular,² de

su regulación por el sistema nervioso y del estado clínico estomatológico.¹

La FM se incrementa con las necesidades masticatorias.⁶ Algunos autores han reportado que el mejor sistema masticatorio cuenta con la más potente FM y que su evaluación es relevante para obtener valores normales contra los cuales contrastar la de pacientes estomatológicos,⁷ así como para obtener valores de referencia en estudios biomecánicos⁸ y para monitorear efectos terapéuticos como los de aparatos protésicos;⁹ además se ha recomendado ampliar el conocimiento de

los factores responsables de su variabilidad con propósitos clínicos.⁷

Diferentes investigaciones han encontrado un gran rango de valores en la FM. Algunos ejemplos son: en hombres adultos jóvenes sanos se ha reportado un valor promedio de 727 N (74.15 Kg),¹⁰ en niños con dentición permanente y oclusión normal un valor de 425 N (43.35 Kg),¹¹ en mujeres jóvenes con enfermedad periodontal un valor de 370 N (37.74 Kg),¹² en niños sanos con dentición temporal un valor de 186.20 N (18.99 Kg),¹³ en adultos mayores con dentaduras parciales removibles o dentaduras totales un valor de 181 N (18.46 Kg),¹⁴ y en niños con dentición mixta y mordida cruzada un valor de 114 N (11.62 Kg).¹⁵ La diferencia de los valores depende de factores relacionados con características propias de los sujetos; sin embargo si sólo revisamos datos aislados como los anteriores, podríamos plantear conclusiones superficiales en cuanto a los factores que influyen en la FM. El propósito de este trabajo fue analizar información científica disponible para obtener un panorama actualizado que sustente nuestras conclusiones.

Para la medición directa de la FM se usan sensores o transductores colocados entre uno o más pares de dientes en oclusión. Sin embargo, un método alternativo ha sido la evaluación indirecta empleando otras variables que están funcionalmente relacionadas con la producción de la FM;¹⁶ este es el caso de la actividad electromiográfica de los músculos elevadores de la mandíbula.¹⁷ Los resultados de algunas investigaciones muestran una relación lineal significativa entre la actividad electromiográfica y la medición directa de la FM,¹⁶ mientras que otras han encontrado una escasa correlación entre las dos variables.¹⁸

El presente trabajo aborda únicamente la evaluación directa de la FM y en esta primera parte enfatizamos su papel en la eficiencia masticatoria y ante la consistencia de la dieta, la posible afectación de su registro por los dispositivos y técnicas de medición, su relación con la edad y el crecimiento y desarrollo, así como con el sexo.

Eficiencia masticatoria y consistencia de la dieta.

El propósito de la masticación es que la comida sea reducida en tamaño preparándola para la deglución y su procesamiento en el sistema digestivo.¹⁹ La eficiencia masticatoria se mide determinando la capacidad individual de triturar la comida a través de un determinado número de ciclos masticatorios.¹¹ Han sido reportados varios factores que influyen en el resultado de la eficiencia masticatoria tales como el área oclusal, el número de dientes presentes, la acción mecánica articular, la capacidad de contracción muscular y la FM.^{5,6}

En un estudio multivariado se trató de explicar la eficiencia masticatoria en sujetos dentados de 37 a 80 años de edad; las variables explicatorias incluyeron el

número de pares de dientes en oclusión, la FM, el sexo, la edad, el volumen del músculo masetero, la presencia de desórdenes temporomandibular y de diabetes mellitus; se encontró que el 68% de las variaciones de la eficiencia masticatoria pudo ser explicado por los efectos combinados de las variables mencionadas, sin embargo el número de pares de dientes en oclusión y la FM fueron los determinantes principales de dicha eficiencia.³ También se ha reportado que, en adultos, cerca de la mitad de las variaciones de la eficiencia masticatoria es explicada por la FM⁴ y que existe una correlación de 0.66 entre estas dos variables.¹⁰

En cuanto a los niños, Durval y cols⁶ mostraron en individuos de 9 años de edad que, independientemente de la condición oclusal, hubo una correlación significativa entre eficiencia masticatoria y FM; además que el 38% de las variaciones en la eficiencia fueron explicadas por la FM. Sin embargo existe la advertencia – contrario al concepto de que el mejor sistema masticatorio cuenta con la más potente FM – que cuando la FM excede ciertos valores, no se obtiene una contribución adicional para la eficiencia masticatoria.⁷

En desacuerdo con los estudios anteriores, Duarte y cols¹³ no encontraron correlación alguna entre eficiencia masticatoria y FM en niños con dentición temporal completa. Una probable explicación puede basarse en lo expuesto por Okiyama y cols¹⁰ en el sentido de que en los niños pequeños pudiera existir poca variabilidad en la función masticatoria debido a que es una conducta aprendida que depende del desempeño diario y de la maduración neuronal; una explicación más concreta sería que la FM incrementa dramáticamente cuando se completa la formación de las raíces de los primeros molares¹¹ y que su madurez se consigue cuando ha terminado tanto la erupción de los dientes permanentes como el crecimiento de la mandíbula.²⁰

También se ha podido avanzar en responder si la FM y el área de contacto oclusal varían de acuerdo con la dureza de la comida natural o artificial que se usa como material de prueba para medir la eficiencia masticatoria. En este sentido, Okiyama y cols¹⁰, reportaron que la asociación entre FM y eficiencia masticatoria sucede especialmente cuando se mastica comida dura y que, junto con el área de contacto oclusal, son factores importantes en la producción de enzimas digestivas debido a que la mayor fragmentación de la comida incrementa las áreas del alimento que se exponen a tales enzimas.

Regalo y cols²¹ registraron una mayor FM en población indígena brasileña que en población blanca, lo que atribuyeron a los diferentes hábitos dietéticos. Asimismo, otros investigadores^{22,23} han notado que el incremento de consumo de comida suave es un factor que se asocia con la disminución de la FM y recomiendan que en la práctica odontológica se evalúe la dieta en relación no sólo con aspectos nutricionales o cariogénicos, sino igualmente en relación con su consistencia.

La FM también ha sido relacionada con la autoevaluación

de los pacientes respecto de su habilidad para masticar alimentos de 30 distintas consistencias, reportando una correlación positiva y significativa entre estas dos variables, tanto en sujetos sin pérdidas dentales como en pacientes con pérdidas de dientes posteriores o con dentaduras parciales y totales.¹⁴

Otro aspecto a destacar se ejemplifica con el trabajo de Ono y cols (citado por Rentes y cols),²⁴ quienes aplicaron tres meses de entrenamiento masticatorio a niños de 3 a 5 años de edad y verificaron que hubo un incremento del 94% en la FM; Kiliaridis y cols,²⁵ obtuvieron resultados similares en un grupo de 20 a 31 años de edad con un entrenamiento de cuatro meses. Lo anterior sugiere que la FM es un componente clave en la función masticatoria y que es un factor de la misma que puede ser modificado, de tal manera que algunos autores²⁶ consideran que el nivel de FM es capaz de predecir, en buena medida, a la eficiencia masticatoria.

Dispositivos de registro y técnicas de medición.

En la literatura disponible existen señalamientos acerca de diferencias en las medidas de FM en poblaciones consideradas como similares entre sí. Algunos autores consideran que tales diferencias pueden estar asociadas con el diseño de los dispositivos utilizados, con la medición bilateral o unilateral de la FM, o bien con el sitio de colocación de los transductores o sensores de fuerza en la arcada dental.^{6, 7, 13, 24, 27, 28.}

El funcionamiento de los dispositivos modernos está basado en la utilización de sensores o transductores de fuerza y en la acción de resistencias eléctricas; la mayoría de ellos son capaces de registrar desde 50 N (5.1 Kg_f) hasta 800 N (81.6 Kg_f) con un nivel de exactitud de 10 N (1.02 Kg_f) y una precisión del 80% o más.²⁷

La mayoría de los sensores consisten en películas deformables; la deformación genera una señal eléctrica que varía con la fuerza aplicada sobre la película.^{27, 29, 30.} Los hay sumamente delgados para obtener medidas en una posición lo más cercana posible a la posición natural intercuspídea;^{28, 31} incluso existe un dispositivo que traduce (por una reacción química) la fuerza captada por el sensor a un grado de color con el que se infiere la FM.¹⁰ Otros ejemplos de dispositivos son un semiconductor de silicón en miniatura que funciona como sensor,⁹ un tubo de goma conectado a un sensor que aumenta más la dimensión vertical que otros dispositivos^{13, 15, 32} y un sensor mecánico de resina epóxica reforzada.^{33.}

A pesar de los niveles de precisión y exactitud reportados, los diseños tienen características diversas, por ejemplo: sensores colocados en guardas oclusales, sensores colocados en bases de acrílico duro o bien, conectados a una goma que se deforma fácilmente. También existen dispositivos que cuentan únicamente con la opción de registrar la FM al mismo tiempo tanto del lado derecho como izquierdo y dispositivos con los que se registra la

FM del lado derecho o izquierdo pero no simultáneamente. Algunos de estos dispositivos han sido comparados y se ha encontrado que el diseño afecta las mediciones obtenidas.^{9, 34, 35.}

Derivado de lo anterior, un factor que influye en los valores de la FM es la forma en que ésta es registrada: bilateralmente o unilateralmente. Existe acuerdo en que la FM durante la mordida bilateral es más alta que durante la unilateral.^{34, 36} Shinogaya y cols.³⁴ al comparar las dos medidas concluyeron que la FM bilateral incrementa alrededor del 100%. Van Der Bilt y cols.³⁶ reportaron resultados similares pero además advirtieron que en sujetos con dentaduras totales, la medición de la fuerza unilateral puede ser menos confiable que en los sujetos dentados ya que la carga de un lado de la dentadura tiende a provocar inclinación de ésta y por lo tanto se evita ejercer adecuadamente la FM.

Los resultados anteriores pueden deberse a que la FM unilateral es generada sólo con un par de molares, comparada con dos pares de molares cuando se mide bilateralmente. Por otro lado, los cambios en la posición de la mandíbula y en la dirección de la FM que se dan durante la mordida unilateral, permiten que se produzca una carga menos simétrica que la obtenida con la bilateral. La asimetría de cargas tiene el potencial de provocar daño a los dientes y a la articulación temporomandibular; por lo tanto, cuando los receptores de los tejidos involucrados, perciben los cambios de fuerza actúan en consecuencia para que se provoque una respuesta inhibitoria de los músculos de cerrado mandibular y así prevenir el exceso de actividad muscular y de FM.^{27, 36.}

Respecto del lugar de colocación del transductor o sensor en la arcada dental, existe acuerdo de que entre más posteriormente se coloque, la FM es más alta;^{29;} esto ha sido explicado por el sistema mecánico de palanca de la mandíbula y porque una alta FM puede ser mejor tolerada en los dientes posteriores debido a una más amplia área de ligamento periodontal.¹⁶ Reforzando lo anterior, Hattori y cols.³⁷ documentaron que la FM en la zona premolar fue del 46% respecto de la fuerza observada en la zona molar. El mismo Hattori y cols.³⁸ previamente habían reportado una FM en el primer premolar, segundo premolar y primer molar del 11%, 21% y 81% respectivamente comparados con el segundo molar.

Por otro lado, si el sensor es colocado anteriormente entre los incisivos, con una protrusión mandibular resultante, el músculo masetero producirá la mayor parte de la fuerza junto con el músculo pterigoideo medio. Si el sensor es colocado más posteriormente, las fibras anteriores del músculo temporal serán más activas y por lo tanto ejercerán mayor contribución al esfuerzo.²⁷

El diseño del dispositivo, la medición unilateral o bilateral de la FM y el lugar de colocación de los sensores pueden influenciar los registros obtenidos; en consecuencia, cuando existan diferencias en la magnitud de la FM de poblaciones similares, deben considerarse los instrumentos y técnicas utilizados en cada caso.

Edad, crecimiento y desarrollo

La masticación es una demanda funcional durante toda la vida. En niños pequeños, las vías sensoriomotoras periféricas van madurando conforme los niños adquieren tareas orales motoras, por lo que durante la etapa del desarrollo, es factible favorecer la maduración de la eficiencia masticatoria incrementando la FM.¹³

En un estudio longitudinal desde la dentición temporal completa hasta la mixta temprana se observó incremento de la FM, pero la edad no tuvo influencia sobre dicho incremento, el cual fue explicado por el aumento en el volumen del masetero y por el estado de la dentición.¹ También se ha observado que la FM es significativamente más alta en la dentición permanente que en la dentición mixta,³⁹ pero que sólo en la dentición permanente la FM está correlacionada con la edad.²⁷

Bake y cols⁴⁰ reportaron que la FM aumenta con la edad y también decrece con ella; el decremento sucede después de los 25 años en mujeres y de los 45 años en hombres. Parcialmente de acuerdo, se ha reportado que la FM se incrementa con la edad y el crecimiento durante la niñez y la adolescencia, permanece constante entre los 20 y 40 años e incluso hasta los 50 años de edad y luego declina.² Sin embargo, en adultos, Van der Bilt y cols³⁶ encontraron que la edad explicó sólo el 10% de las variaciones de la FM, por lo que argumentaron que cuando su disminución se asocia con el aumento de la edad, esto puede ser debido a un decremento en el número de contactos oclusales, a una disminución de la potencia muscular o a cambios en la selección de la comida por deterioro de la dentición. Resumiendo lo anterior, Hatch y cols³ expusieron que la edad puede afectar la FM a través de un buen número de influencias menores que deben ser vistas como el resultado de la acumulación de problemas en las estructuras orofaciales.

Contrario a las argumentaciones anteriores, Roldán y cols⁴¹ afirmaron que la edad aporta una gran proporción (50% a 71%) de la variabilidad de la FM entre sujetos adultos; esto lo concluyeron después de estimar la confiabilidad total de medidas repetidas de la FM, controlando los efectos de la edad y sin controlarlos.

Por su importancia en el crecimiento y desarrollo, algunas variables corporales han sido estudiadas en su relación con la FM, resultando que en niños de 3 a 5 años no se observó significancia en dicha relación.^{1, 13} En la dentición temporal sólo el 5% de la variabilidad de la FM pudo ser explicada por el peso y la estatura.²⁴ En niños de nueve años, aumentó la explicación al 17%⁶ y en niños con dentición permanente la FM estuvo positivamente correlacionada con el peso y la estatura.³⁹ Duygu y cols,²⁷ resumieron la relación entre variables corporales y FM argumentando que en etapas tempranas de la vida, la FM depende de factores más complejos y que tal relación se aumenta más tarde a partir de la pubertad con el incremento del índice de masa corporal.

Sexo

La información disponible acerca de la influencia del sexo sobre la FM es relativamente escasa. Existen reportes de que, en edades de 3 a 5 años, los niños tienen una FM significativamente más alta que las niñas;⁷ sin embargo, existen estudios que muestran que no existen diferencias significativas entre niños y niñas durante la dentición mixta,^{6,32} ni durante la dentición permanente.³⁹

En un esfuerzo por investigar el sinergismo entre sexo y edad durante la etapa de desarrollo, Sonnesen y cols⁴² encontraron que la FM se incrementó significativamente con la edad en niñas pero esto no sucedió en niños (siete a 13 años de edad); una explicación fue que los niños del estudio tuvieron un desarrollo más lento que las niñas en cuanto a la aparición de la prepubertad y la pubertad.

Respecto de los adultos, existe aceptación de que la FM es más alta en hombres que en mujeres; tal es la fortaleza de esta premisa que en un registro de la FM durante la fase de mantenimiento de la terapia periodontal, se predeterminó que la alta FM se diagnosticaría como hombres que mostrarán más de 500 N (51 Kg.) y mujeres que mostrarán más de 370 N (37.74 Kg.).¹² La explicación a lo anterior se basa en que los músculos maseteros de los hombres tienen fibras tipo 2 con más grandes áreas y diámetros que las mujeres.^{2,43}

Otros estudios que han registrado una mayor FM en hombres que en mujeres explican sus hallazgos por un más grande tamaño dental asociado a una mayor área de ligamento periodontal⁴⁴ o por una diferencia en la masa de los músculos masticatorios, pero advirtiendo que un efecto indirecto del sexo sobre la FM puede ser a través de los desórdenes temporomandibulares porque la esperada asociación del sexo femenino con dichos desórdenes está confirmada.³

En contraste, Wichelhaus y cols,⁴⁵ no encontraron diferencias significativas en la FM entre hombres y mujeres adultos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre sexos en sujetos de 20 a 23 años de edad con diferentes tipos faciales,⁴⁶ ni cuando se registró la FM en indígenas de 18 a 23 años de edad²¹ y tampoco cuando se estudió un grupo de adultos mayores,¹⁴ lo que podría ser explicado por la falta de control de otras variables.

Bibliografía

1. Midori P, Pereira L, Rigoldi L, Duarte MB. Changes in bite force, masticatory muscle thickness and facial morphology between primary and mixed dentition in preschool children with normal occlusion. *Annals of Anatomy* 2010; 192:23-26.
2. Bakke M. Bite force and occlusion. *Semin Orthod* 2006; 12: 120-126.
3. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2000; 46:642-648.
4. Fontijn FA, Slagter AP, van der Bilt A, van T Hof MA, Witter DJ, Kalk W. Biting and chewing in overdentures, full dentures and natural dentition. *J Dent Res* 2000; 79:1519-1524.

5. Van Der Bilt A, Engelen L, Pereira L.J, van der Glas H.W, Abbink J.H. Oral physiology and mastication. *Physiology & Behavior* 2006; 89:22-27.
6. Durval A, Riqueto F, Díaz M, de Liz R, Duarte M. Chewing performance and bite force in children. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(18):1101-1108.
7. Hung-Huey T. Maximum bite force and related dental status in children with deciduous dentition. *J Clin Pediatr Dent* 2004; 28(2):139-142.
8. Calderón S, Kogawa EM, Lauris JP, Conti PC. The influence of gender and bruxism on the human maximum bite force. *J Appl Oral Sci* 2006; 14:448-453.
9. Fernandes CP, Glantz PJ, Svensson SA, Bergmark A. A novel sensor for bite force determination. *Dent Mater* 2003; 19:118-126.
10. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehabil* 2003; 30:278-282.
11. Yamanaka R, Akther R, Furuta M, Koyama R, Tomofuji T, Ekuni D, Tamaki N, Azuma T, Yamamoto T, Kishimoto E. Relation of dietary preference to bite force and occlusal contact area in Japanese children. *J Oral Rehabil* 2009; 36(8):584-591.
12. Takeuchi N, Ekuni D, Yamamoto T, Morita M. Relationship between the prognosis of periodontitis and occlusal force during maintenance phase. *J Periodontol* 2010; 45(5):607-612.
13. Duarte MB, Raymundo VG, Matias A. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res* 2007; 21(2):146-152.
14. Kim BI, Jeong SH, Chung KH, Cho YK, Kwon HK, Choi CH. Subjective food intake ability in relation to maximal bite force among Korean adults. *J Oral Rehabil* 2009; 36:168-175.
15. Midori P, Rigoldi L, Pereira L, Duarte M. Facial dimensions, bite force and masticatory muscle thickness in preschool children with functional posterior crossbite. *Braz Oral Res* 2008; 22(1):48-54.
16. Ferrario VF, Sforza C, Zannotti G, Tartaglia GM. Maximal bite force in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent* 2004; 32:451-457.
17. Castrolforio T, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite force in healthy adults as predicted by surface electromyography. *J Dent* 2004; 32:451-457.
18. Rosa LB, Sempriani M, Siéssere S, Hallak JE, Pagnano VO, Regalo SC. Correlation between bite force and electromyographic activity in dentate and partially edentulous individuals. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2009; 49(6):291-297.
19. Pedersen AM, Bardow A, Jensen SB, Nauntofte B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis* 2002; 8:117-129.
20. Usui T, Uematsu S, Kanegae H, Morimoto T, Kurihara S. Change in maximum occlusal force in association with maxillofacial growth. *Orthod Craniofacial Res* 2007; 10:226-231.
21. Regalo S, Santos C, Vitti M, Regalo C, Vasconcelos P, Mestriner W, Sempriani M, Dias F, Hallak J, Siéssere S. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Arch of Oral Biol* 2008; 53(3):282-286.
22. Maki K, Nishioka T, Naito M, Kimura M. A study on the measurement of the occlusal force and masticatory efficiency in school age Japanese children. *Int J Paediatr Dent* 2001; 11:281-285.
23. Gaviao MB, Raymundo VG, Rentes AM. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res* 2007; 21:146-152.
24. Rentes AM, Gaviao MB, Amaral R. Bite force determination in children with primary dentition. *J Oral Rehabil* 2002; 29:1174-1180.
25. Kiliaridis S, Johansson A, Haraldson T, Omar R, Carlsson GE. Craniofacial morphology, occlusal traits and bite force in persons with advanced occlusal thooth wear. *Am J Orthod and Dentofacial Orthopedics* 1995; 107:286-292.
26. Sonnesen L, Bakke M. Bite force in children with unilateral crossbite before and after orthodontic treatment. A prospective longitudinal study. *Eur J Orthod* 2007; 29:310-313.
27. Dugu K, Arife D, Bulent B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. *European Journal of Dentistry* 2010; 4:223-232.
28. Throckmorton G, Rasmussen J, Caloss R. Calibration of T-Scan® sensors for recording bite forces in denture patients. *J Oral Rehabil* 2009; 36: 636-643.
29. Takeuchi H, Ikeda T, Clark GT. A piezoelectric film based intrasplint detection method for bruxism. *J Prosthet Dent* 2001; 86:195-202.
30. Baba K, Clark GT, Watanabe T, Ohyama T. Bruxism force detection by a piezoelectric film based recording device in sleeping humans. *J Orofac Pain* 2003; 17:58-64.
31. Filtchev AD, Kalachev YS. Phenomenon of domination of the strongest contacts in centric occlusion. *Quintessence Int* 2008; 39(3):99-106.
32. Serra M, Gambarelli F, Gaviao MB. A 1-year intraindividual evaluation of maximum bite force in children wearing a removable partial dental prosthesis. *J Dent Child* 2007; 74(3):171-176.
33. Isaza J, Throckmorton G, Roldán S. Design and construction of a transducer for bite force registration. *J of Biomechanics* 2009; 42:1146-1149.
34. Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Matsumoto M. Bite force and occlusal load in healthy young subjects – a methodological study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2000; 8:11-15.
35. Bachus K, DeMarco A, Judd K, Horwitz D, Brodke D. Measuring contact area, force and pressure for bioengineering applications: Using Fuji Film and TekScan system. *Med Eng Physics* 2006; 28:483-488.
36. Van Der Bilt A, Tekamp FA, Van Der Glas HW, Abbink JH. Bite force and electromyographic during maximum unilateral and bilateral clenching. *Eur J Oral Sci* 2008; 116:217-222.
37. Hattori Y, Satoh Ch, Kuneida T, Endoh R, Hisamatsu H, Watanabe M. Bite forces and their resultants during forceful intercuspal clenching in humans. *J of Biomechanics* 2009; 42:1533-1538.
38. Hattori Y, Satoh Ch, Watanabe Y, Ohino Y, Watanabe M. Occlusal and TMJ loads in subjects with experimentally shortened dental arches. *J Dent Res* 2003; 82:532-536.
39. Pereira L, Pastore M, Bonjardim L, Castelo P, Gaviao M. Molar bite force and its correlation with signs of temporomandibular dysfunction in mixed and permanent dentition. *J Oral Rehabil* 2007; 34:759-766.
40. Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Moller E. Unilateral isometric bite force in 8-68 years old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990; 98:149-158.
41. Roldán S, Buschang P, Isaza J, Throckmorton G. Reliability of maximum bite force measurements in age-varying populations. *J Oral Rehabil* 2009; 36:801-807.
42. Sonnesen L, Bakke M. Molar bite force in relation to occlusion, craniofacial dimensions, and head posture in pre-orthodontic children. *Eur J Orthod* 2005; 27:58-63.
43. Pizolato RA, Gaviao MB, Barrentin G, Sampaio AC, Junior AS. Maximal bite force in young adults temporomandibular disorders and bruxism. *Braz Oral Res* 2007; 21:278-283.
44. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2004; 31:18-22.
45. Wichelhaus A, Huffmeier S, Sander FG. Dynamic functional force measurements on an anterior bite plane during the night. *J Orofac Orthop* 2003; 64:417-425.
46. Elham JL, Abu A, Al Zó ubi M, Al R, Hammad M. Maximum occlusal bite forces in Jordanian individuals with different dentofacial vertical skeletal patterns. *Eur J Orthod* 2010; 32:71-77.

Correspondencia:

Patricia E. Alfaro Moctezuma
Miguel Ocaranza # 150 – 2,
Col. Merced Gómez, C.P. 01600,
Del. Álvaro Obregón, México D.F.
e-mail: palfaro@correo.xoc.uam.mx.