

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

Bite force: its importance in chewing, measurement and clinical conditions. Part II.

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

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

Dra. Ma. del Carmen Osorno Escareño.  
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.

Dra. Gabriela Romero Esquivel.  
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 es 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 segunda parte se expone la asociación de la FM con la morfología ósea craneofacial y muscular, el soporte periodontal, la condición dental y oclusal, las disfunciones temporomandibulares y algunos procedimientos clínicos estomatológicos como las prótesis dentales, los implantes dentarios, el tratamiento de ortodoncia, el tratamiento periodontal y la férula oclusal.

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. In this the second part of this article, we show the link between BF and craniofacial bone and muscular morphology, periodontal support, dental and occlusal conditions, temporomandibular joint dysfunction, and various dental clinical procedures, such as dentures, dental implants, orthodontic treatment, periodontal treatment, and occlusal splints.

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

## Introducción.

La fuerza de mordida (FM) es un componente de la función masticatoria,<sup>1</sup> es indicador de su estado funcional<sup>2</sup> y se define como la máxima fuerza generada entre los dientes maxilares y mandibulares.<sup>3,4</sup> La generación de la FM depende de la acción, orientación, volumen y coordinación de músculos masticatorios,<sup>5</sup> de los mecanismos de la articulación temporomandibular,<sup>2</sup> de su regulación por el sistema nervioso y del estado clínico estomatológico,<sup>1</sup> además de que se incrementa con las

necesidades masticatorias.<sup>6</sup> Algunos autores han enfatizado en la utilidad de la evaluación de la FM, tanto para la investigación como para propósitos clínicos.<sup>7,8,9</sup> Diferentes investigaciones han encontrado un gran rango de valores en la FM que van desde un valor promedio de 727 N (74.15 Kg) en hombres adultos jóvenes sanos,<sup>10</sup> hasta un valor de 114 N (11.62 Kg) en niños con dentición mixta y mordida cruzada.<sup>11</sup> En esta segunda parte se analiza la asociación de la evaluación directa de la FM con la morfología ósea craneofacial y muscular, el soporte periodontal, la condición dental y oclusal, las disfunciones temporomandibulares y algunos tratamientos

estomatológicos. Por último, con base en los acuerdos y controversias contenidos en la literatura científica y presentados tanto en la primera como en la segunda parte de este trabajo, se elabora una conclusión sobre el conocimiento disponible acerca de sus condicionantes.

### Morfología ósea y muscular craneofacial.

La FM varía con medidas esqueléticas que incluyen la relación entre la altura facial anterior y posterior, la inclinación mandibular y el ángulo goniaco, por lo que ha sido considerado que la FM refleja la geometría del sistema de palanca de la mandíbula.<sup>2,11,12</sup> Pereira y cols.<sup>13</sup> encontraron correlación entre FM e inclinación mandibular; sus resultados son consistentes con otros estudios en los cuales el tipo de cara alargada ha sido asociado con bajos valores de FM. Bonakdarchian y cols.<sup>14</sup> definieron la forma facial sobre la FM como cuadrada, cónico-piramidal y oval; sus resultados mostraron la mayor FM en hombres con forma facial cuadrada y concluyeron que este tipo de cara tiende a aumentar los valores de la FM por las mayores ventajas mecánicas para los músculos masticatorios debido a que el ángulo goniaco en estos sujetos fue de aproximadamente de 90°. Resultados similares fueron obtenidos por Elham y cols.<sup>15</sup>

Los resultados de investigaciones también han sugerido una correlación significativa de la FM con la masa muscular.<sup>13</sup> Se ha establecido que los músculos maseteros son más voluminosos en sujetos con caras cortas (quienes presentan la mayor FM) que en sujetos con caras normales o alargadas.<sup>16</sup> Hung-Huey<sup>7</sup> mencionó que las características de los maseteros, analizados con tomografía computarizada y resonancia magnética, tienen correlación significativa con la FM; además que el área transversal de estos músculos, estudiados ultrasonográficamente, ha mostrado ser un factor importante que afecta la FM.

La información disponible acerca de la relación de las variables morfológicas relacionadas con la FM en niños no es tan consistente como la de adultos. Midori y cols.<sup>15</sup> reportaron que los niños con dentición mixta y con caras largas tienden a presentar la más baja FM. Esto está de acuerdo con estudios realizados en niños mayores,<sup>17,18,19</sup> en quienes la potencia de los músculos masticatorios estuvo asociada con una tendencia al paralelismo entre las bases mandibulares, con alturas faciales cortas y con ángulos goniacos pequeños. Sin embargo se ha observado que, en la dentición temporal, las dimensiones faciales no se correlacionaron con la potencia muscular<sup>15</sup> y que en niños que perdieron tempranamente los primeros molares permanentes, las proporciones faciales no se asociaron con la FM.<sup>20</sup>

En otro estudio<sup>1</sup> se registró la FM desde la dentición temporal completa hasta la mixta temprana mostrando un aumento significativo del volumen del masetero entre las dos denticiones; dicho volumen fue uno de los

factores más importantes que contribuyeron a la magnitud de la FM, pero las dimensiones faciales no fueron importantes. En niños de ambos sexos de siete a 13 años, se mostró que sólo en los hombres hubo correlación entre FM y morfología craneofacial.<sup>19</sup> Los hallazgos anteriores sugieren que la interacción de la FM con la forma facial y las características de los músculos mandibulares puede consolidarse más tarde a partir del establecimiento de la dentición mixta tardía o permanente.<sup>21</sup>

La FM no sólo es condicionada por parámetros morfológicos, sino que ella misma afecta dichos parámetros. Thongudomporn y cols.<sup>22</sup> mencionaron que la relación entre la FM y medidas del hueso alveolar ha sido estudiada principalmente usando criterios microscópicos y que se ha demostrado que cuando la función masticatoria se incrementa, el hueso se fortalece por medio de incremento de la aposición permitiendo que el hueso soporte mejor las fuerzas, pero también mencionaron que una excesiva FM produce deformaciones por esfuerzo en el hueso alveolar y alrededor de él.

El mismo Thongudomporn y cols.<sup>22</sup> investigaron, en adolescentes, la relación entre FM y parámetros macroscópicos óseos; sus resultados mostraron que la FM estuvo poco correlacionada con la morfología ósea alveolar, aportando entre el 10% y 20% de las variaciones en su grosor y forma; los mismos autores señalaron que la relación entre FM y parámetros morfológicos alveolares pudiera no ser inferida para población adulta porque el sistema masticatorio de los adolescentes transita por un estado adaptativo. En congruencia con lo anterior, Miyaura y cols.<sup>23</sup> establecieron que en adultos, sí hay una correlación positiva entre la FM y la altura del proceso alveolar.

### Soporte periodontal.

Las cargas producidas por los músculos masticatorios son controladas por mecanorreceptores del ligamento periodontal<sup>24</sup> y la adaptación de la FM a la dureza de la comida es dependiente de la información que envían dichos receptores hacia el sistema nervioso central.<sup>25</sup> En consecuencia, un soporte periodontal reducido decrece el nivel del umbral de los mecanorreceptores y esta condición puede causar cambios en la FM.<sup>26,27</sup>

Reforzando lo anterior, Duygu y cols.,<sup>12</sup> mencionaron que en dentición restaurada con puentes sujetados a pilares bilaterales, la magnitud de la FM está correlacionada con las áreas de ligamento periodontal que soportan los pilares. Así mismo, el diagnóstico de periodontitis crónica disminuye significativamente la FM<sup>27</sup> y el mayor deterioro de la FM se observa en sujetos con pérdida de fijación periodontal de tres o más milímetros.<sup>28</sup> En desacuerdo con los resultados anteriores, Morita y cols.<sup>29</sup> y Kleinfelden y cols.<sup>24</sup> subrayaron el poco efecto de la condición periodontal sobre la FM.

Las discrepancias pueden explicarse por el sitio de colocación de los sensores de fuerza; se ha establecido que los molares resisten más compresión que los premolares o que los dientes anteriores debido a ventajas biomecánicas pero también a su gran área periodontal.<sup>30</sup> Otra explicación puede provenir de un hallazgo en que la FM estuvo influenciada por pérdida de fijación moderada o severa, pero no por pérdida leve y a que los pacientes que están enterados que tienen el soporte periodontal reducido pueden, de modo inconsciente, limitar su FM.<sup>26</sup> Paradójicamente, una excesiva FM puede ser un factor de riesgo de destrucción periodontal.<sup>31</sup>

#### Condición dental y oclusal.

La condición dental y la oclusal son factores que han sido evaluados en su relación con la FM con algunos resultados contradictorios; por ejemplo: Shiau y cols.<sup>32</sup> verificaron que la presencia de la caries en adultos tiende a asociarse con una FM más débil. Por otro lado Hung-Huey y cols.<sup>7</sup> también encontraron correlación entre número de dientes cariados y disminución de la FM en niños de 3 a 5 años. En ambos estudios se concluyó que el dolor de los dientes cariados puede debilitar la FM debido a la participación de sistemas reflejos.

Contario a lo anterior, Mountain y cols.<sup>33</sup> reportaron que la FM no mostró correlación alguna con la presencia de caries en niños de 3 a 6 años.

Donde existe mayor acuerdo es en el efecto del número de dientes presentes y en contacto oclusal sobre la FM. En adultos se reportó una correlación positiva entre el número de dientes presentes con la FM<sup>26,34</sup> y que ésta decreció el 56% cuando los sujetos perdieron más dientes posteriores y el 33.4% cuando fueron portadores de dentaduras parciales removibles o dentaduras totales.<sup>35</sup> Sin embargo, también se ha reportado que el número de contactos oclusales es más importante en la FM que el número de dientes presentes,<sup>36</sup> que cuando el área de contacto oclusal se duplica, la FM incrementa del 30% al 100%<sup>37</sup> y que el número de dientes posteriores en contacto aparece dentro del conjunto de variables que explican el 52% de las variaciones de la FM.<sup>38</sup>

En cuanto a niños de 7 a 13 años de edad la magnitud de la FM estuvo significativamente asociada con el número de dientes erupcionados y con el número de dientes en contacto oclusal.<sup>19,39</sup> La correlación entre el incremento de la FM con el aumento en el número de dientes y de contactos oclusales se puede explicar porque dichos aumentos permiten una mejor distribución de la fuerza logrando así una mordida más potente.<sup>30</sup>

Otro factor estudiado es el tipo de oclusión dental debido a que se ha considerado que la estabilidad oclusal resulta en músculos potentes que permiten ejercer mayor FM.<sup>30</sup> Esto sugiere que la corrección de las maloclusiones tendrían que favorecer la FM; por ejemplo, en algunos estudios prospectivos en niños,<sup>39,40</sup> se ha mostrado un incremento de la FM después de

tratamiento de una maloclusión; sin embargo es importante poner particular atención en determinar si tal incremento está relacionado con el tratamiento o con el desarrollo estomatológico. A pesar de las consideraciones anteriores, en la literatura existen contradicciones respecto de la influencia de algunas maloclusiones sobre la FM.

Hung-Huey y cols.<sup>7</sup> estudiaron niños con dentición temporal. El examen incluyó oclusión normal, mordida cruzada anterior, mordida abierta anterior, mordida cruzada posterior, protrusión maxilar y mordida profunda; los autores mostraron diferencias significativas de la FM en los niños con oclusión normal respecto de los que presentaron maloclusiones y lo mismo sucedió entre las distintas anomalías oclusales. Sin embargo, Rentes y cols.<sup>30</sup> compararon la FM de niños con dentición temporal y con oclusión normal, mordida cruzada y mordida abierta y no encontraron diferencias significativas entre ellos. Esto está de acuerdo con otros hallazgos en la misma dentición temporal.<sup>30,33,41</sup> En la dentición mixta, Durval y cols.<sup>6</sup> y Sonnesen y cols.<sup>19</sup> no encontraron diferencias de la FM ante diferentes relaciones molares y caninas, pero en niños con dentición mixta y mordidas cruzadas sí se reportó decremento en la magnitud de la FM;<sup>15</sup> tal decremento pudiera estar asociado con el hecho de que en las mordidas cruzadas se ha documentado una reducción en el número de dientes en contacto oclusal,<sup>42</sup> así como asimetría en los movimientos mandibulares y en el crecimiento de las estructuras craneofaciales.<sup>43,44</sup> En la dentición permanente, no se han reportado diferencias significativas de la FM entre sujetos con distinto tipo de oclusión<sup>15</sup> y se ha mostrado que la FM no está correlacionada con la clasificación de Angle,<sup>19,32,45,46</sup> pero sí con la protrusión maxilar y con la mordida abierta,<sup>47</sup> lo que puede ser explicado por la pérdida de contactos oclusales.

#### Disfunciones temporomandibulares.

Las disfunciones temporomandibulares permiten la reducción de la FM debido al espasmo muscular y a las desventajas biomecánicas concurrentes,<sup>14</sup> pero tal relación es contradictoria en la literatura y puede ser dependiente de la severidad de la disfunción en las muestras estudiadas. Se ha encontrado que la FM es más baja en pacientes adultos con disfunción articular que en pacientes controles sanos.<sup>13</sup> Kogawa y cols.<sup>48</sup> y Pizolata y cols.<sup>49</sup> establecieron que la causa de la limitación de la FM es el dolor articular y muscular. Chandu y cols.<sup>50</sup> compararon sujetos adultos con disfunción respecto de un grupo control sano a quienes se les registró la FM con la colocación de una férula oclusal y sin ella; la FM fue significativamente más alta en el grupo control durante las dos diferentes mordidas.

Sin embargo, también en adultos, Pereira y cols.<sup>51</sup> no encontraron diferencias de la FM entre grupos con

disfunción respecto de los controles normales y concluyeron que es posible que la FM no sea afectada por la disfunción temporomandibular que, aunque puede causar dolor, no necesariamente causa disminución de la función.

Respecto de los niños, Pereira y cols.<sup>52</sup> estudiaron un grupo de 6 a 18 años de edad con disfunción temporomandibular; sus resultados mostraron que, tal y como sucede en los niños sin disfunción, la FM fue significativamente más alta en la dentición permanente que en la dentición mixta y que la FM más baja se observó en las mujeres con dentición mixta que presentaban dificultad para abrir la boca y dolor durante la masticación.

Un importante factor que se asocia con la disfunción temporomandibular es el bruxismo. Durante mucho tiempo se aseguró<sup>53</sup> que la FM en sujetos bruxistas era mucho mayor que en los no bruxistas; sin embargo, Cosme y cols.<sup>54</sup> concluyeron que no había diferencias entre ambos grupos. Estas aparentes contradicciones pueden ser debidas a la severidad del bruxismo o a los criterios diagnósticos empleados.

### Tratamientos estomatológicos.

Los tratamientos estomatológicos que con más frecuencia se evalúan respecto de los cambios que ocurren en la FM son los orientados a la rehabilitación. Miyaura y cols.<sup>23</sup> compararon la FM en sujetos con dentaduras completas, dentaduras parciales fijas, dentaduras parciales removibles y dentición natural completa. En los individuos con dentición natural se observó la más alta FM, pero lo más importante fue que demostraron que los sujetos con dentaduras parciales fijas tuvieron el 80% de la FM registrada en los de dentición natural, los individuos con dentaduras parciales removibles tuvieron el 35% y los portadores de dentaduras totales mostraron el 11%.

Rismanchian y cols.<sup>55</sup> midieron la FM en tres grupos de pacientes: con dentadura total convencional de más de seis meses, con dentadura total convencional de 10 años o más y con dentadura total maxilar oponiéndose a sobredentadura mandibular implantesoportada. Los resultados mostraron que el tercer grupo tuvo la más alta FM y que las diferencias entre los tres grupos fueron significativas; por lo tanto, concluyeron que tales diferencias indican la ventaja de los implantes dentarios en el mejoramiento de la FM. Fontijn et al<sup>4</sup> compararon la FM en pacientes con implantes, con sobredentaduras fijadas radicularmente, con dentaduras completas y con dentición natural completa; estos autores también encontraron que los sujetos con implantes ejercieron las mayores fuerzas, pero que la FM ejercida por el grupo con implantes fue más baja que la de sujetos con dentición natural.

Serra y cols.<sup>20</sup> evaluaron el efecto de la prótesis parcial removible sobre la FM en niños de seis a nueve años con pérdida temprana de los primeros molares. La medición

se realizó antes de colocar la prótesis, seis meses después y un año después de la rehabilitación. Hubo un incremento significativo en la FM de la primera a la segunda evaluación pero no lo hubo en la tercera evaluación. Hallazgos como los anteriores muestran la importancia de la rehabilitación para mejorar la FM que, aunque no alcance los niveles que se registran con la presencia de dentición natural, cumple con los propósitos clínicos. Además de evaluar la FM durante el remplazo de la dentición, algunas investigaciones la han evaluado ante otros tratamientos clínicos. Sonnesen y cols.<sup>39</sup> compararon la FM antes del tratamiento de ortodoncia, inmediatamente después de él y después de la retención en niños de 7 a 11 años con mordida cruzada unilateral. La FM tuvo un ligero decremento de la primera a la segunda etapa pero se incrementó significativamente de la segunda a la tercera etapa. Los autores argumentaron que el decremento inicial se debió a la degeneración de los axones en el ligamento periodontal después de la aplicación de las fuerzas ortodónticas y a que el cóndilo y la fosa todavía no estaban suficientemente adaptados a la nueva posición de la mandíbula, además de que el dolor remanente del tratamiento tiende a reducir la contracción de los músculos elevadores de la mandíbula. El incremento posterior de la FM pudo deberse a que el nivel de actividad de los músculos elevadores de la mandíbula está asociado a la estabilidad oclusal lograda con el tratamiento.

También se ha estudiado el tratamiento periodontal. Arsu y cols.<sup>56</sup> registraron la FM antes y después de la cirugía periodontal y mostraron que aunque la fuerza incrementó en la primera semana después de la cirugía, este incremento fue significativo entre la 4<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup> semana junto con la disminución de la movilidad dentaria.

Otro tratamiento evaluado ha sido la férula oclusal. Chandu y cols.<sup>50</sup> registraron la FM en pacientes con disfunción temporomandibular mordiendo con una férula y mordiendo sin ella; los registros fueron comparados con sujetos asintomáticos. La FM más alta fue en el grupo asintomático en quienes la colocación de la férula, con el consecuente aumento de la dimensión vertical, provocó un incremento de la FM. Cuando los pacientes con disfunción usaron de la férula, ésta no reflejó modificación alguna en la FM. Paradójicamente, en el diseño de sensores para medir la FM se intenta limitar el aumento de la dimensión vertical con el fin de que los valores obtenidos sean lo más cercanos posible a la posición natural intercusplídea porque de otra manera tales valores pudieran resultar distorsionados.<sup>57,58</sup>

Además de ser afectada por los tratamientos estomatológicos, la magnitud de la FM también puede afectar el éxito de algunos de ellos; esto se ha revisado para el caso de las dentaduras y los implantes dentarios. Desde hace muchos años se reportó una alta incidencia de fracturas de dentaduras parciales removibles en sujetos con excesiva FM y se insistió en la necesidad de identificar previamente a los pacientes que presentan dicha condición para que las prótesis sean diseñadas resintiendo

mejor las fuerzas.<sup>59</sup> Por otro lado, Jofré y cols.<sup>60</sup> evaluaron, en 15 meses de seguimiento, el efecto de la FM sobre la pérdida de hueso marginal alrededor de mini-implantes y no se encontró relación alguna entre el aumento de la FM y la pérdida de hueso.

## Conclusiones.

El propósito principal del tratamiento estomatológico es mejorar la función masticatoria. La medición directa de la FM es un potente indicador para predecirla; por lo tanto para cumplir con dicho propósito, es recomendable el conocimiento de los factores que afectan la FM y tener una visión clara acerca del sinergismo o competencia de tales factores en cada uno de los pacientes, lo que puede otorgar un valor agregado a la práctica clínica estomatológica.

Existe acuerdo en la literatura científica sobre las condiciones asociadas con bajos valores de FM: la tendencia a consumir dieta blanda, presencia de dentición temporal o mixta, forma facial alargada en adultos, disminución del volumen de los músculos masticatorios, pérdida de soporte periodontal moderada o severa, disminución del número de dientes y de contactos oclusales. Así mismo, los más bajos valores de FM se registran cuando ésta se mide unilateralmente y los sensores de fuerza no se colocan en la zona más posterior de la arcada dental.

Otras condiciones han sido evaluadas, pero existe controversia científica en cuanto a su asociación con la FM; estas son: edad, variables corporales, sexo, forma facial en los niños, pérdida leve de soporte periodontal, distintos tipos de oclusión, disfunción temporomandibular y bruxismo.

En cuanto al tratamiento, con las prótesis dentales convencionales aumenta la FM; sin embargo, estas inducen menor aumento que los implantes dentarios. El tratamiento periodontal y el de ortodoncia mejoran la FM, pero no se ha demostrado su recuperación inmediata cuando se colocan férulas oclusales a pacientes con disfunción temporomandibular.

## 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. *SeminOrthod* 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 LJ, van der Glas H.W, Abbink J.H. *Oral physiology and mastication*. Physiology & Behavior 2006; 89:22-27.
6. Durval A, Riqueto F, Diaz 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 ClinPediatr 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 OralSci* 2006; 14:448-453.
9. Fernandes CP, Glantz PJ, Svensson SA, Bergmark A. A novel sensor for bite force determinations. *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. Midori P, Rigoldi L, Pereira L, Duarte M. Facial dimentions, bite force and masticatory muscle thickness in preschool children with functional posterior crossbite. *Braz Oral Res* 2008; 22(1):48-54.
12. Dugu K, Arife D, Bulent B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. *Eur J of Dentistry* 2010; 4:223-232.
13. Pereira LJ, Gaviao MB, Bonjardim LR, Castelo PM, Van Der Bilt A. Muscle thickness, bite force and cranio-facial dimensions in adolescents with signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. *Eur J Orthod* 2007; 29:72-78.
14. Bonakdarchian M, Askari N, Askari M. Effect of face form on maximal bite force with natural dentition. *Archives of Oral Biology* 2009; 54:201-204.
15. Elham JL, Abu A, Al Zoubi 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.
16. Farella M, Bakke M, Micheletti A, Rapuano A, Martina R. Masseter thickness, endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical cranio-facial morphology. *Eur J Oral Sci* 2003; 111:183-188.
17. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. *Eur J Orthod* 2001; 23(6):741-749.
18. Garcia-Morales P, Buschanga PH, Throckmorton GS, English JD. Maximum bite force, muscle efficiency and mechanical advantage in children with vertical growth patterns. *Eur J Orthod* 2003; 25(3):265-272.
19. Sonnesen L, Bakke M. Molar bite force in relation to occlusion, craniofacial dimensions, and head posture in pre-orthodontic children. *The Eur J Orthod* 2005; 27:58-63.
20. Serra M, Gambareli 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.
21. Defabjanis P. Impact of nasal airway obstruction on dentofacial development and sleep disturbance in children: preliminary notes. *J ClinPediatr Dent* 2003; 27(2):95-100.
22. Thongudomporn U, Chongsuvivatwong V, Geater AF. The effect of maximum bite force on alveolar bone morphology. *Orthodon & CraniofacResear* 2010; 12(1):1-8.
23. Miyaura K, Morita M, Matzuka Y, Yamashita A, Watanabe T. Rehabilitation of biting abilities in patients with different types of dental prostheses. *J Oral Rehabil* 2000; 27:1073-1076.
24. Kleinfelder JW, Ludwing K. Maximal bite force in patients with reduced periodontal tissue support with and without splinting. *J Periodontal* 2002; 73:1184-1187.
25. Svensson KG, Trulsson M. Regulation of bite force increase during splitting of food. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(6):704-710.
26. Takeuchi N, Yamamoto T. Correlation between periodontal status and biting force in patients with chronic periodontitis during the maintenance phase therapy. *J of Clinical Periodontology* 2008; 35(3):215-220.
27. Alkan A, Keskiner I, Arici S, Sato S. The effect of periodontitis on biting abilities. *J Periodontol* 2006; 77:1442-1445.
28. Takeuchi N, Ekuni D, Yamamoto T, Morita M. Relationship between the prognosis of periodontitis and occlusal force during maintenance phase. *J Periodontal Res* 2010; 45(5):607-612.
29. Morita M, Nishi K, Kimura T, Fukushima M, Watanabe T, Yamashita F, Zhou R, Yang J, Xu X. Correlation between periodontal status and biting ability in Chinese adults population. *J Oral Rehabil* 2003; 30:260-264.
30. Rentes AM, Gaviao MB, Amaral R. Bite force determination in children with primary dentition. *J Oral Rehabil* 2002; 29:1174-1180.

31. Harrel SK. Occlusal forces as a risk factor for periodontal disease. *Periodontology 2000*; 32:111-117.
32. Shiao Y, Wang JS. The effects of dental conditions on hand strength and maximum bite force. *J of Craniomandibular Practice* 1993; 11:48-52.
33. Mountain G, Wood D, Toumba J. Bite force measurement in children with primary dentition. *J Paediatr Dent* 2011; 21(2):112-118.
34. Rosa LB, Semprini 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.
35. 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.
36. 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.
37. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Marimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area and average bite pressure. *J Dent Res* 1999; 78:1336-1344.
38. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2000; 46:642-648.
39. Sonnesen L, Bakke M. Bite force in children with unilateral crossbite before and after orthodontic treatment. A prospective longitudinal study. *The Eur J Orthod* 2007; 29(3):310-313.
40. Kiliaridis S, Mahboubi PH, Raadsheer MC, Katsaros C. Ultrasonographic thickness of the masseter muscle in growing individuals with unilateral crossbite. *Angle Orthod* 2007; 77:607-611.
41. Kamegai T, Tatsuki T, Nagano H, Mitsuhashi H, Kumeta J, Tatsuki Y. A determination of bite force in northern Japanese children. *Eur J Orthod* 2005; 27(1):53-57.
42. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. *Eur J Orthod* 2001; 23(6):741-749.
43. Allen D, Rebellato J, Sheats R, Ceron AM. Skeletal and dental contributions to posterior crossbite. *Angle Orthod* 2003; 73(5):515-524.
44. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120(5):513-520.
45. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer I, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contacts and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121(6):602-609.
46. Toro A, Buschang PH, Throckmorton GS, Roldan S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod* 2006; 28(8):112-119.
47. Kamegai T, Tatsuki T, Nagano H, Mitsuhashi H, Kumeta J, Tatsuki Y. A determination of bite force in northern Japanese children. *Eur J Orthod* 2005; 27(1):53-57.
48. Kogawa EM, Calderon PS, Lauris JR, Araujo CR, Conti PC. Evaluation of maximal bite force in temporomandibular disorders patients. *J Oral Rehabil* 2006; 33(8):559-565.
49. 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.
50. Chandu A, Suvinen T, Reade P, Borromeo G. The effect of an interocclusal appliance on bite force and masseter electromyography in asymptomatic subjects and patients with temporomandibular pain and dysfunction. *J Oral Rehabil* 2004; 31:530-537.
51. Pereira T, Pereira L, Cenci M, Cardoso W, Del BelCury A. Maximal bite force and its association with temporomandibular disorders. *Braz Dent J* 2007; 18(1):65-68.
52. 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.
53. Gibbs CH, Mahan PE, Mauderli A, Lundein HC, Walsh EK. Limits of human bite strength. *J Prosthet Dent* 1986; 55:226-229.
54. Cosme DC, Baldissarotto SM, Canabarro A, Shinkai RS. Bruxism an voluntary maximal bite force in young dentate adults. *Int J Prosthodont* 2005; 18:328-332.
55. Rismanchian M, Bajoghi F, Mostajeran Z, Fazel A, Eshkevari P. Effect of implants on maximum bite force in edentulous patients. *J Oral Implantol* 2009; 35(4):196-200.
56. Arsu A, Keskiner I, Arici S, Sato S. The effect of periodontal surgery on bite force, occlusal contact area and bite pressure. *J Am Dent Assoc* 2006; 137:978-983.
57. 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.
58. Filchev AD, Kalachev YS. Phenomenon of domination of the strongest contacts in centric occlusion. *Quintessence Int* 2008; 39(3):99-106.
59. Lassila V, Holmlund I, Koivumma KK. Occlusal force and its correlation in different denture types. *Acta Odontol Scand* 1985; 43:127-132.
60. Jofré J, Hamada T, Nishimura M, Klattenhoff C. The effect of maximum bite force on marginal bone loss of mini-implants supporting a mandibular overdenture. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21(2):243-249.

**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.