

# Efecto de la masa corporal y de la edad sobre la fuerza de mordida en niños preescolares empleando el sistema computarizado T-Scan.

**Measuring the effect of body mass and age on bite force in preschool children using the T-Scan computerized analysis system.**

Carmen Osorno Escareño,\* Patricia Alfaro Moctezuma,\* Laura Patricia Sáenz Martínez,\* José Martín Núñez Martínez,\* Leonor Sánchez Pérez,\* Erika Cenoz Urbina\*

## RESUMEN

**Introducción:** La fuerza de mordida (FM) es uno de los indicadores funcionales del estado del sistema masticatorio; los factores como la edad e índice de masa corporal (IMC) pueden influir sobre la FM. **Objetivo:** Determinar la asociación entre la FM y la edad e IMC en preescolares. **Material y métodos:** Estudio observacional, transversal y descriptivo. Se estudiaron preescolares sanos de ambos sexos del jardín de niños Tláhuac, Cd. de México. Los padres firmaron el consentimiento informado. Los preescolares presentaron dentición primaria completa y sana y se excluyeron a los no cooperadores. La edad se registró en años cumplidos, el peso en kilogramos (báscula SECA-Mo: 872®), talla en metros (estadiómetro portátil SECA®), IMC (Peso/talla<sup>2</sup>) y el registro de la FM en kg/fuerza con el sistema computarizado del análisis de la oclusión T-Scan (Tekscan USA®). Los registros de las variables los llevó a cabo un solo investigador. El análisis estadístico se realizó con el programa JMP 10. **Resultados:** Se estudiaron 74 preescolares, 52.7% niñas y 47.3% niños; edad = 4.06 ± 1.13 años e IMC = 16.13 ± 1.82. Los valores de la FM fueron los siguientes: FMA (anterior) 11.03 ± 7.69, FMP (posterior) 21.05 ± 14.17, FMPI (izquierda) 10.12 ± 6.54, FMPD (derecha) 10.93 ± 9.2, FMT (total) 32.09 ± 19.98. Con el modelo de regresión lineal se analizaron asociaciones entre la FM y edad/IMC; la edad como variable independiente y los valores de FM como variables dependientes, obteniéndose asociación significativa positiva entre la edad-FMA ( $R^2 = 0.163$ ;  $p = 0.0003$ ), Edad-FMP ( $R^2 = 0.089$ ;  $p = 0.009$ ), Edad-FMPI ( $R^2 = 0.138$ ;  $p = 0.001$ ) y Edad-FMT ( $R^2 = 0.135$ ;  $p = 0.001$ ). El IMC como variable independiente y los valores de FM como variables dependientes, encontrándose asociación significativa positiva en IMC-FMP ( $R^2 = 0.053$ ;  $p = 0.04$ ) y IMC-FMPI ( $R^2 = 0.072$ ;  $p = 0.02$ ). Mediante la prueba de t pareada se compararon los valores de las FM por sexo sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. **Conclusiones:** La edad influye en mayor proporción sobre las FM en comparación con el IMC y el sexo no afecta las FM.

## ABSTRACT

**Introduction:** Bite force (BF) is one of the functional indicators of the state of the masticatory system and may be influenced by factors such as age and body mass index (BMI). **Objective:** To determine the association between BF and age and BMI in preschoolers. **Materials and methods:** We performed an observational, cross-sectional, descriptive survey. We studied healthy preschool children of both sexes from the Tláhuac kindergarten in Mexico City, all with complete healthy primary dentition. The written informed consent of the parents was required for their inclusion and non-cooperative children were excluded. Age was recorded in years; weight in kilograms (using a SECA® 872 scale); and height in meters (using a portable SECA® stadiometer). BMI was calculated as weight/height<sup>2</sup> and BF (kg/force) was recorded using T-Scan (Tekscan USA®) computerized occlusal analysis. All of the variables were measured by a single investigator and the statistical analysis was performed using JMP 10 software. **Results:** We studied 74 preschoolers, of whom 52.7% were girls and 47.3% were boys, aged 4.06 ± 1.13 years and with a BMI of 16.13 ± 1.82. BF values were as follows: anterior bite force (ABF) 11.03 ± 7.69, posterior bite force (PBF) 21.05 ± 14.17, left posterior bite force (LPBF) 10.12 ± 6.54, right posterior bite force (RPBF) 10.93 ± 9.2, and total bite force (TBF) 32.09 ± 19.98. A linear regression model was used to analyze the relationship between BF and age/BMI. When age was used as an independent variable and BF values as dependent variables, significant positive relationships were found between age and ABF ( $R^2 = 0.163$ ,  $p = 0.0003$ ); age and PBF ( $R^2 = 0.089$ ,  $p = 0.009$ ); age and LPBF ( $R^2 = 0.138$ ,  $p = 0.001$ ); and age and TBF ( $R^2 = 0.135$ ,  $p = 0.001$ ). When BMI was used as an independent variable and FM values as dependent variables, a positive relationship was found between BMI and PBF ( $R^2 = 0.053$ ,  $p = 0.04$ ), and BMI and LPBF ( $R^2 = 0.072$ ,  $p = 0.02$ ). All BF values for each sex were compared using a paired t test, which revealed no statistically significant differences. **Conclusion:** Age influences BF to a greater extent than BMI does, whilst sex does not affect BF.

\* Profesores-Investigadores. Departamento de Atención a la Salud.

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, Distrito Federal.

Recibido: Noviembre 2013. Aceptado para publicación: Enero 2014.

**Palabras clave:** Fuerza de mordida, dentición primaria, niños, sistema masticatorio, índice de masa corporal.

**Key words:** *Bite force, primary dentition, children, masticatory system, body mass index.*

## INTRODUCCIÓN

La masticación es una demanda funcional que está presente durante toda la vida. En los niños las vías sensoriomotoras periféricas maduran debido a la organización continua del sistema neuromuscular, ya que van adquiriendo nuevas tareas bucales motoras, por lo que durante la etapa de crecimiento y desarrollo es factible que se favorezca su maduración. Un indicador de ésta, es la fuerza de mordida (FM)<sup>1</sup> que se ha relacionado con la actividad muscular, con las maloclusiones, el número de contactos oclusales y la estabilidad oclusal,<sup>1-3</sup> por lo que se considera directamente relacionada con la función masticatoria.<sup>2-6</sup>

La FM es un indicador del estado funcional del sistema masticatorio. La fuerza resulta de la acción de los músculos elevadores de la mandíbula y a su vez es determinada por el sistema nervioso central y la retroalimentación de los husos musculares, mecanorreceptores y terminaciones nerviosas nociceptoras; dicha función puede ser modificada por la actividad biomecánica cráneo-mandibular.<sup>7</sup> También se ha empleado la FM en estomatología para determinar los valores individuales y para entender la actividad muscular, así como los movimientos mandibulares durante la masticación<sup>2</sup> y la acción propiamente dicha de esta función,<sup>4</sup> así como para estudiar la influencia de los factores fisiológicos o los cambios de las fuerzas oclusales.<sup>8,9</sup> La generación de la fuerza de mordida depende de la acción, volumen y coordinación de los músculos de la masticación, de los movimientos de la articulación temporomandibular, del sistema nervioso central y del estado clínico estomatológico y nutricional. Su registro es muy importante en el diagnóstico de alteraciones en el sistema estomatognático,<sup>1</sup> ya que tiene una importante influencia en la eficiencia masticatoria; en el desarrollo de la función masticatoria tiende a aumentar de acuerdo con las necesidades de la masticación junto con la altura y el peso corporal; así mismo disminuye en presencia de dolor y con los cambios en la dentición.<sup>10</sup>

En la FM también influyen las diferencias en edad,<sup>11-13</sup> sexo, el índice de masa corporal (IMC) que se compone de peso/talla<sup>2</sup> y que representa una medida de resumen en la distribución de la masa corporal.<sup>14,15</sup>

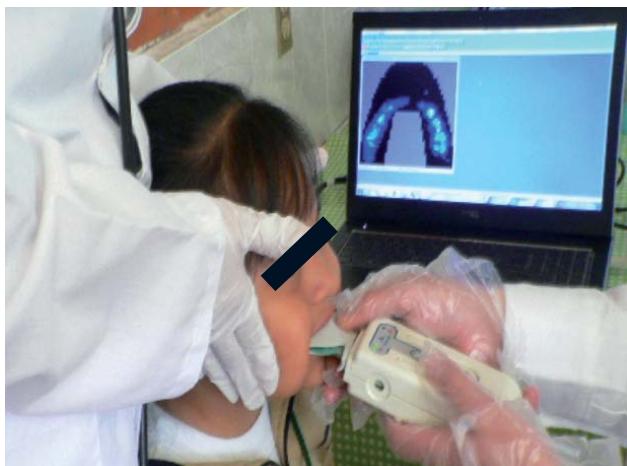
Desde el punto de vista clínico, Kamegai y cols.<sup>5</sup> detectaron en su estudio que la FM en niños va aumentando a lo largo de su crecimiento y desarrollo e influye en el desarrollo del sistema masticatorio, por lo que puede eventualmente predecir las posibles limitaciones de su función, debidas a los cambios que constantemente realiza el aparato estomatognático,<sup>16</sup> y a los músculos de la masticación que participan de manera muy importante en los tratamientos y la estabilidad del mismo sistema. El propósito de este estudio fue determinar la asociación entre la FM y la edad e IMC en preescolares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio observacional, transversal y descriptivo. Se estudiaron 74 preescolares sanos, ambos sexos del jardín de niños Tláhuac, Cd. de México. Los padres firmaron el consentimiento informado. Los preescolares incluidos en el estudio presentaban una dentición primaria completa y sana, se excluyeron a los no cooperadores y aquellos con dentición mixta. La edad se registró en años cumplidos, el peso en kilogramos (báscula SECA-Mo:872<sup>®</sup>), talla en metros (estadímetro portátil SECA<sup>®</sup>). El IMC se calculó utilizando la fórmula de la OMS:<sup>17</sup> peso (kg)/talla (m)<sup>2</sup>. Éste es un componente del peso y la talla que representa la suma de las mediciones y la distribución de la masa corporal<sup>14</sup> y el registro de la FM en kg/fuerza con el sistema computarizado de análisis de la oclusión T-Scan (Tekscan USA<sup>®</sup>), el cual se utiliza para el diagnóstico clínico y confiable, detectando y analizando la fuerza al contacto oclusal, emplea sensores desechables de 1 mm de grosor. El análisis del registro ilustra el «equilibrio» de la oclusión en la película «activa» o ventana en tiempo real, utilizando un gráfico que muestra la fuerza de mordida y el centro de la trayectoria señala la ubicación de la suma de la fuerza total de los contactos oclusales y la FMT; posteriormente, con el software incluido se pudieron seleccionar las FMP, FMA, FMPI y FMPD. El equipo cuenta con un sistema de autocalibración.<sup>18,19</sup> Para la toma de registros se sentó a los niños en una silla con el plano de Frankfort lo mas paralelo al piso; para la evaluación se les pidió que tocaran el sensor cubierto por «foami» desechable y al mismo tiempo disminuir su miedo y posteriormente se les instruyó que una vez dentro



**Figura 1.** Niña mordiendo el sensor T-Scan para la obtención de la FM.



**Figura 2.** En este momento la niña está ejerciendo su máxima fuerza de mordida (FM) registrada en kg/fuerza sobre el sensor durante cinco segundos. En la pantalla de la computadora se observa la imagen del registro de FM.

de su boca lo mordieran y percibieran que no molestaba (*Figura 1*). Se les proporcionaron las instrucciones necesarias sobre las características del registro de la fuerza de mordida. Una vez realizada esta explicación, el operador procedió a introducir nuevamente el sensor en su boca pidiéndole a cada niño evaluado que lo mordiera lo más fuerte posible y que lo sostuviera por cinco segundos, mientras la grabación muestra el progreso del registro

que está en curso y la imagen en tiempo real, deteniéndose automáticamente una vez que el registro se obtuvo (*Figura 2*). Los registros de las variables los llevó a cabo un solo investigador.

El análisis de las variables se realizó a través de la prueba t de Student y el modelo predictivo de regresión lineal con el software estadístico JMP 10, considerando significancia estadística cuando el valor de  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

Se estudiaron 74 preescolares, 52.7% niñas y 47.3% niños, con media de edad de 4.06 y desviación estándar de 1.13 años y media del IMC de 16.13 con desviación estándar de  $1.82 \text{ kg/m}^2$ .

Los valores de la FM fueron los siguientes: FMA (anterior) con media de 11.03 y desviación estándar de 7.69 kg/fuerza, FMP (posterior) con media de 21.05 y desviación estándar de 14.17 kg/fuerza; FMPI (izquierda) con media de 10.12 y desviación estándar de 6.54 kg/fuerza; FMPD (derecha) con media de 10.93 y desviación estándar de 9.2 kg/fuerza; FMT (total) con media de 32.09 y desviación estándar de 19.98 kg/fuerza. Con el modelo de regresión lineal se analizaron las correlaciones entre las FM y edad, así como FM e IMC. La edad como variable independiente y los valores de FM como variables dependientes, obteniéndose una correlación positiva estadísticamente significativa entre la edad-FMA ( $R^2 = 0.163$ ;  $p = 0.0003$ ), edad-FMP ( $R^2 = 0.09$ ;  $p = 0.009$ ), edad-FMPI ( $R^2 = 0.14$ ;  $p = 0.0011$ ) y edad-FMT ( $R^2 = 0.14$ ;  $p = 0.0013$ ); sin embargo, entre edad-FMPD no presentó correlación (*Cuadro I*) (*Figura 3*).

Tomando el IMC como variable independiente y los valores de la FM como variables dependientes se encontró asociación significativa positiva en IMC-FMP ( $R^2 = 0.053$ ;  $p = 0.04$ ) y IMC-FMPI ( $R^2 = 0.072$ ;  $p = 0.02$ ) (*Cuadro II*) (*Figura 4*). Mediante la prueba de t pareada se compararon los valores de las FM por sexo, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas.

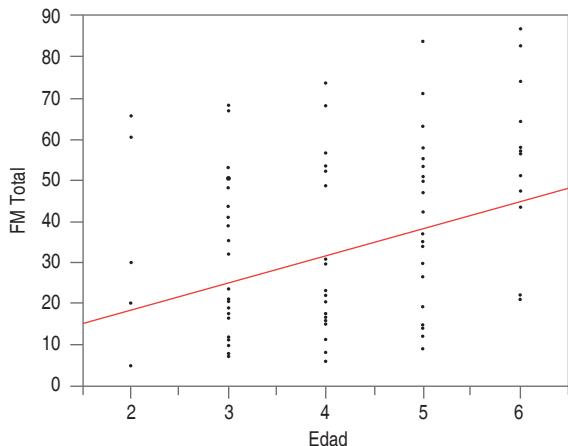
## DISCUSIÓN

En la literatura existen pocos reportes que describan el comportamiento de la FM en relación con la edad y el IMC en la población preescolar. La FM es uno de los indicadores de la función masticatoria, aumenta con la edad desde la infancia y se mantiene constante entre los 20 y 40 años, y después de esta etapa disminuye;<sup>5,7</sup> en nuestra investigación encontramos una correlación positiva entre la FM y la edad. El promedio de la FM encontrada en el

**Cuadro I. Valores de la correlación entre edad/FMT.**

FM	Valor R <sup>2</sup>	Valor p
FMA	0.16	0.0003*
FMP	0.09	0.009*
FMPI	0.14	0.0011*
FMPD	0.04	0.098
FMT	0.14	0.0013*

\* Diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ).



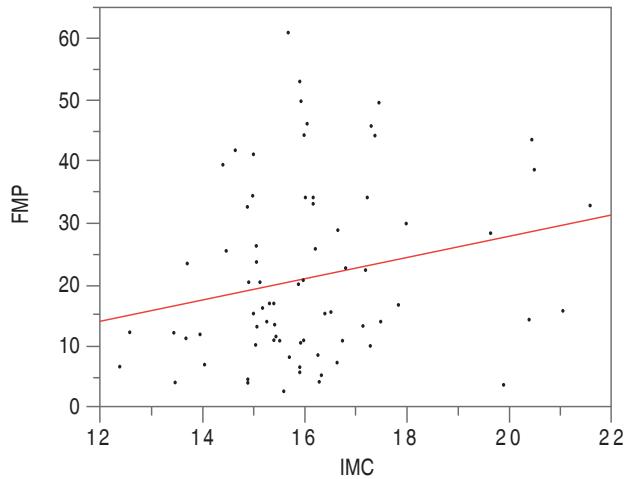
**Figura 3.** Correlación positiva entre la FMT y la edad. Se puede observar en la gráfica cómo al aumentar la FMT también aumenta la edad.

presente estudio (32.09 kg/fuerza) está por encima de lo reportado por Kamegai y cols,<sup>5</sup> Rentes y cols.,<sup>20</sup> Castelo y cols.,<sup>21</sup> Mountain y cols.,<sup>22</sup> Ming Su y cols.,<sup>23</sup> (19.9, 29.2, 21.7, 20.05 kg/fuerza y 5.69 kg respectivamente). Una posible explicación en la diferencia de los resultados podría ser debido a que los diferentes instrumentos de medición de la FM, en dichos estudios; utilizaron transductores de aire presurizado en tubos flexibles que colocaban ya sea unilateralmente o bilateralmente. La fuerza la obtuvieron en libras por pulgada (PSI) para después convertirlas en newtones tomando en cuenta el área del tubo;<sup>5</sup> Rentes<sup>20</sup> y Gavião<sup>7</sup> utilizaron transductores de aire presurizado en tubos flexibles conectado a un sensor (MPX 5700 Motorola SPS, Austin Texas, USA), el cual se conectó a su vez a un circuito electrónico análogo/digital, que se

**Cuadro II. Correlación entre IMC-FM. No existieron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de mordida anterior y total, como se observó con la edad.**

FM	Valor R <sup>2</sup>	Valor p
FMP	0.053	0.04*
FMPI	0.072	0.02*

\* Diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 4.** Correlación positiva entre el IMC y la FMP. La gráfica muestra la correlación positiva entre el IMC y la FM; entre más alto es el IMC mayor es la FMP.

activa con la sensibilidad a la presión sobre el instrumento y se conecta a una computadora (la fuerza la obtuvieron en libras por pulgada [PSI] para después convertirlas en newtones tomando en cuenta el área del tubo). Ming Su y cols.<sup>23</sup> emplearon el MPM-3000 machine (SCAIME, Annemasse, France), con el cual registraron la FM en kg.

De acuerdo con Mountain,<sup>22</sup> la actividad de los músculos de la masticación cambia con la posición de los puntos de contacto durante la máxima fuerza de la mordida voluntaria; estos cambios en su magnitud se pueden deber a diferentes factores tales como la variación de las estructuras de soporte y la alineación de los dientes, diferencias en la fuerza de mordida de acuerdo con la región del arco dental y a la necesidad de mantener la estabilidad durante la producción dinámica de la FM; así mismo, a que es posible que durante el registro

la posición de la mordida pueda desviar lateralmente a la mandíbula y, por consiguiente, se presenten cambios en la magnitud.

Los transductores de la FM son precisos y exactos durante la toma de los registros realizados bajo condiciones estandarizadas y con fuerzas predeterminadas en los laboratorios; sin embargo, en la realidad, la magnitud de las FM intraorales son cuestionables ya que los diferentes resultados e instrumentos de medición dificultan su comparación. En este punto es importante remarcar que el T-Scan es un instrumento de medición que nos permite minimizar los factores de confusión que presentan los otros instrumentos empleados en los diferentes estudios previamente mencionados.

La veracidad de mediciones realizadas puede ser directamente influenciada debido al uso de diferentes instrumentos de medición.<sup>13,21</sup> Es importante considerar que las variaciones en la FM han sido asociadas con el instrumento de medición y con la posición del transductor en el arco dentario.<sup>20</sup> Mountain<sup>22</sup> empleó un sensor bilateral. En la región molar, las variaciones en sus mediciones se pueden deber a la poca cooperación del niño;<sup>7,13</sup> ellos emplearon un transductor de mordida construido con fibras de carbón y resina epóxica y cuatro sensores unidos para el registro de la FM.

En cuanto a la asociación entre la FM y el IMC, Roldán y cols.,<sup>14</sup> en su estudio realizado en adultos jóvenes, no encontraron diferencias estadísticamente significativas de los parámetros de normalidad, por lo que no tuvo un efecto directo sobre la FM. Ellos mencionan que esto posiblemente se debió a que el IMC fue casi similar entre todos los sujetos; contrariamente, en nuestro estudio sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas, al igual que en el realizado por Gavao y cols.<sup>7</sup>

Probablemente, las diferencias estadísticamente significativas entre la FM y la edad e IMC en nuestra trabajo puedan deberse a que las vías sensoriomotoras en los niños maduran durante toda la infancia vinculadas con la continua adquisición de las habilidades motoras, ya que los niños se van adaptando al constante crecimiento y desarrollo a diferencia de los adultos. Por otra parte, la dentición primaria sufre constantes cambios y los niños se van ajustando al crecimiento y desarrollo de los patrones funcionales de la masticación, por lo que estas determinantes funcionales pueden explicar el apropiado crecimiento y desarrollo del sistema masticatorio.<sup>21</sup>

Rentes y cols.<sup>20</sup> no observaron diferencias entre la FM y el sexo en preescolares, tal como se demostró en esta investigación.

## CONCLUSIONES

La edad influye proporcionalmente sobre las FMA, FMP, FMPI y FMT; entre más edad tiene el niño, mayor es su FM; con respecto al IMC, su comportamiento con la FM es similar al de la edad, esto es, entre más alto es el valor del IMC del niño mayor es su FM; contrariamente, el sexo no influye sobre la FM.

Los resultados obtenidos en este estudio son importantes, ya que ellos pueden ayudar a determinar los valores absolutos, así como los rangos de la máxima FM en los niños con dentición primaria; también pueden servir para proveer los puntos clave de los valores de referencia para su uso en los consultorios especializados, así como recomendar su uso en diferentes estudios de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro Moctezuma P, Ángeles Medina F, Osorno Escareño, Núñez Martínez M, Romero Esquiliano G. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos: parte II. Revista ADM. 2012; 70 (3): 108-113.
2. Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Möller E. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. Scand J Dent Res. 1990; 98: 149-158.
3. Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Sodeyama A, Matsumoto M. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. Clin Oral Invest. 2001; 5: 63-68.
4. Bakke M, Michler L, Han K, Möller E. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. Scand J Dent Res. 1989; 97 (6): 539-551.
5. Kamegai T, Tatsuki T, Nagano H, Mitsuhashi H, Kumeta J, Tatsuki Y et al. A determination of bite force in northern Japanese children. Eur J Orthod. 2005; 27: 53-57.
6. Koc D, Dogan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. Eur J Dent. 2010; 4 (2): 223-232.
7. Gavião MB, Raymundo VG, Rentes AM. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. Braz Oral Res. 2007; 21 (2): 146-152.
8. Bonjardim LR, Gavião MB, Pereira LJ, Castelo PM. Bite force determination in adolescents with and without temporomandibular dysfunction. J Oral Rehabil. 2005; 32 (8): 577-583.
9. Shiao YY, Wang JS. The effects of dental condition on hand strength and maximum bite force. Cranio. 1993; 11 (1): 48-54.
10. Pereira LJ, Pastore MG, Bonjardim LR, Castelo PM, Gavião MB. Molar bite force and its correlation with signs of temporomandibular dysfunction in mixed and permanent dentition. J Oral Rehabil. 2007; 34 (10): 759-766.
11. Ingervall B, Minder C. Correlation between maximum bite force and facial morphology in children. Angle Orthod. 1997; 67: 415-424.
12. Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Sodeyama A. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. Clin Oral Invest. 2001; 5 (1): 63-68.
13. Koc D, Dogan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. Eur J Dent. 2010; 4 (2): 223-232.

14. Roldán S, Buschang PH, Isaza Saldarriaga JF, Throckmorton GJ. Reliability of maximum bite force measurements in age-varying populations. *J Oral Rehabil.* 2009; 36 (11): 801-807.
15. Koç D, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19 (3): 274-279.
16. Usui T, Uematsu S, Kanegae H Morimoto T, Kurihara S. Change in maximum occlusal force in association with maxillofacial growth. *Orthod Craniofac Res.* 2007; 10 (4): 226-234.
17. Organización Mundial para la Salud (OMS). Patrones de Crecimiento Infantil 2014. Disponible en: [http://www.who.int/childgrowth/standards/cht\\_bfa\\_ninos\\_p/es/](http://www.who.int/childgrowth/standards/cht_bfa_ninos_p/es/)
18. Ciavarella D, Parziale V, Mastrovincenzo M, Palazzo A, Sabatucci A, Suriano MM, Bossù M et al. Condylar position indicator and T-Scan system II in clinical evaluation of temporomandibular intracapsular disease. *J Cranio-Maxillof Surg.* 2012; 40 (5): 449-455.
19. Koos B, Godt A, Schille C, Göz G. Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. *J Orofac Orthop.* 2010; 71 (6): 403-410.
20. Rentes, A. M. Gavião MBD, Amaral JR. Bite force determination in children with primary dentition. *J Oral Rehabil.* 2002; 29 (12): 1174-1180.
21. Castelo PM, Pereira LJ, Bonjardim LR, Gavião MB. Changes in bite force, masticatory muscle thickness, and facial morphology between primary and mixed dentition in preschool children with normal occlusion. *Ann Anat.* 2010; 192 (1): 23-26.
22. Mountain G, Wood D, Toumba J. Bite force measurement in children with primary dentition. *Int J Paediatr Dent.* 2011; 21 (2): 112-118.
23. Su M, Yang YH, Hsieh TY. Relationship between oral status and maximum bite force in preschool children. *J Dent Sci.* 2009; 4 (1): 32-39.

Correspondencia:

**Dra. Carmen Osorno Escareño**

Laboratorio de Fisiología Masticatoria.  
Calzada del Hueso Núm. 1100, Ed. G 304 Bis,  
Col. Villa Quietud, 04960,  
Delegación Coyoacán, México, D.F.  
E-mail: guada2212@yahoo.com.mx