

Eficiencia masticatoria, máxima fuerza de mordida y correlación con el tiempo-ciclos masticatorios

Masticatory efficiency, maximum bite force and correlation with time-masticatory cycles

Brayan Alcántara-Vargas,* Carmen Osorno-Escareño,* Patricia E. Alfaro-Moctezuma,* Karla Oliva-Olvera,* Erika Cenoz-Urbina,* Bernardo Flores-Ramírez,** Alfonso Santiago-Téllez.***

*UAM-X. **Maestro en Ciencias. CINVESTAV. ***Maestro en Ciencias. UAM-X.

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. CINVESTAV.

Resumen

Introducción. La eficiencia masticatoria (EM) es el grado de trituración y molienda en el que puede ser sometido un alimento. La máxima fuerza de mordida (MFM) se refiere a la máxima fuerza oclusal que una persona puede ejercer durante la masticación. Los factores como la EM, la MFM, ciclos masticatorios y el tiempo de trituración, nos permiten estudiar de una manera objetiva el aparato estomatognártico. **Objetivo.** Determinar la correlación entre la MFM y EM con respecto al tiempo y ciclos requeridos para preparar el alimento antes de su deglución. **Metodología.** Estudio transversal, descriptivo, observacional. Se registraron 31 jóvenes adultos, que acudieron al Laboratorio de Fisiología Masticatoria de la UAM-Xochimilco, en la Ciudad de México, que se suscribieron voluntariamente a el consentimiento informado. Se utilizó la técnica de Edlund J, Lamm CJ, con tabletas de Optosil®. Se instruyeron a los pacientes que masticaran una tabletta, de manera habitual hasta que estuviera lista para deglutar y al mismo tiempo se registró con un cronómetro su molienda. Se aplicó el índice de eficiencia masticatoria. Para registrar la MFM se utilizó el sistema T-Scan®EH2(Research), ya que es un instrumento que permite evaluar toda la arcada oclusal, sin interferir en la distancia interoclusal. Se utilizó el programa SPSS (versión 20), y se empleó la prueba paramétrica correlación de Pearson. **Resultados.** Promedio de edad fue 22 ± 3 años, hombres (19.4%) y mujeres (80.6%), la media de la MFM ($45.85 \text{ kg}_f \pm 11.20$), y en la EM ($52.80 \pm 20.94\%$). Se utilizó la prueba de correlación de Pearson y se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en MFM-Tiempo y EM-Ciclos masticatorios. **Conclusión.** Se determinó que se correlacionan los sujetos con los valores más altos de la MFM y por lo tanto requieren menos tiempo de trituración, y en cuanto a los ciclos masticatorios también existió asociación con la EM.

Palabras clave: eficiencia masticatoria, máxima fuerza de mordida, ciclos masticatorios, adultos jóvenes.

Abstract

Introduction. Masticatory efficiency (ME) is the degree of trituration and grinding in which a food can be subjected. The maximum bite force (MBF) refers to the maximum occlusal force that a person can exert during chewing. Factors such as ME, MBF, masticatory cycles and trituration time, allow us to study the stomatognathic apparatus. **Objective.** To determine the correlation between MBF and ME with respect to the time and cycles required to prepare food before swallowing. **Method.** Cross-sectional, descriptive, observational study. Thirty-one young adults were enrolled at the UAM-Xochimilco (Laboratory of Masticatory Physiology), Mexico City, who voluntarily subscribed to informed consent. The Edlund J, Lamm CJ technique, was used Optosil® tablets. Patients were instructed to triturate a tablet in the usual way until ready to swallow and at the same time recorded with a stopwatch their mastication. The T-Scan®EH2 (Research) system was used to register the MBF, since it is an instrument that allows evaluation of the entire occlusal arch, without interfering with the interocclusal distance. The SPSS program (version 20), and the Pearson correlation parametric test were used. **Results.** Mean age 22 ± 3 years, men (19.4%), women (80.6%), mean MBF ($45.85 \text{ kg}_f \pm 11.20$), and ME ($52.80 \pm 20.94\%$). The Pearson correlation test was used and was identified statistically significant differences ($p < 0.05$) in MBF-Time and ME-Cycles. **Conclusion.** It was determined that the subjects are correlated with the highest MBF values and therefore the subjects required less trituration time and for the masticatory cycles there was also an association with ME.

Key words: masticatory efficiency, masticatory cycles, maximum bite force, young adults.

Correspondencia: Dra. Carmen Osorno-Escareño; Laboratorio de Fisiología Masticatoria. Calzada del Hueso 1100, Edificio "G" 304 bis, Col. Villa Quietud. Del. Coyoacán, C.P. 04960. Ciudad de México, México.
Correo-e: guada2212@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El sistema masticatorio es un componente que precisa de un refinado sistema neurológico que regule y coordine todas sus actividades,¹ y una de sus funciones principales es la capacidad funcional y biomecánica de triturar y moler un alimento, al cual se le denomina eficiencia masticatoria (EM).²⁻⁴ Para calcular la EM, es necesario llevar a cabo la trituración y molienda del material de prueba (pastilla de Optosil®).⁵⁻⁷ La eficiencia masticatoria, puede ser evaluada por medio de pruebas que proporcionan una valoración objetiva.⁸ La importancia de la masticación, se debe a que es el primer paso de la digestión donde la comida se prepara (bolo alimenticio) para ser deglutida y luego procesada en el sistema digestivo.⁹ En el proceso de ingestión-absorción, se considera al aparato estomatognático como una unidad anatómica-funcional indivisible.¹⁰ Estudios epidemiológicos y experimentales han revelado que el mayor tamaño de las partículas, son el producto de una deficiente trituración que se relaciona directamente con problemas nutricionales y trastornos gastrointestinales, por lo que una disminución de la eficiencia masticatoria se asocia directamente con la disfunción del sistema digestivo.¹¹

La fuerza de mordida (FM) es un parámetro biomecánico que indica la cantidad de fuerza que se aplica durante la masticación de un determinado tipo de alimento y la generación depende de la acción, volumen y coordinación de músculos masticatorios, de los mecanismos de la artrocinética temporomandibular, de su regulación por el sistema nervioso y del estado clínico estomatológico. Cuando nos referimos a la medición de MFM se refiere al esfuerzo máximo de apretar ejercida por el paciente, no a la fuerza empleada cuando mastica.¹²⁻¹⁶ El propósito de esta investigación fue determinar la correlación entre la MFM y EM con respecto al tiempo y ciclos requeridos para preparar el alimento antes de su deglución.

METODOLOGÍA

Estudio transversal, observacional, descriptivo. Se estudiaron 31 jóvenes adultos, que acudieron al Laboratorio de Fisiología Masticatoria de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México; y suscribieron voluntariamente el consentimiento informado. Criterios de inclusión: sujetos entre 18 y 30 años, pacientes con capacidad cognitiva normal, pacientes que acepten firmar el documento de consentimiento informado para realizar este estudio, sin distinción de género, con dentición permanente completa (28 dientes), sin defectos anatómicos de lengua y mejilla. Criterios de exclusión: sujetos que utilicen prótesis dental, que presenten alteraciones neurológicas o que consuman fármacos ansiolíticos y antidepresivos, sin dentición permanente completa (28 dientes). Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20. Se emplearon pruebas paramétricas: coeficiente de correlación de Pearson, ya que es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas que son utilizadas en el presente estudio.

Eficiencia Masticatoria

Técnica de registro paso a paso

1. Material de prueba: la técnica empleada fue la propuesta por Edlund y Lamm⁵ en 1980, también conocido como estándar de oro^{17,18} (llamado por ser la técnica diagnóstica que define la presencia de la condición con la máxima certeza conocida).

Se moldearon tabletas de cinco milímetros de grosor por 20 mm de diámetro de silicona (Optosil® + Activador Universal Optosil®), la técnica consistió en que todas las tabletas que se emplearon pesaran 2.03 g, para lo que se utilizó la balanza analítica Ohaus® (Pioneer™), y posteriormente fueron trituradas y molidas por los pacientes. (**Figura 1 y 2**)



Figura 1. Balanza analítica Ohaus® (Pioneer™). La balanza es utilizada para la medición del peso del papel filtro, el Optosil® + Activador Universal Optosil®, de acuerdo al índice de Edlund y Lamm.⁵



Figura 2. Dado de trabajo con el que se realizaron todas las tabletas para estandarizar el tamaño de todas las muestras con las medidas requeridas (5 mm de grosor x 20 mm de diámetro).

2. Masticado del material: a cada sujeto se le pidió que masticara una tableta; de manera habitual hasta que estuviera listo para deglutir, se les proporcionó un vaso con 25 ml de agua para que se enjuagaran y devolvieran los residuos de la pastilla en un vaso, posteriormente se llevó a cabo la inspección intraoral verificando la ausencia de residuos. El registro del tiempo en ambas pruebas se realizó con la ayuda de un cronómetro Casio HS-3V-1RET. (*Figura 3*)

3. Recuperación y lavado del material masticado: concluido cada grupo de ciclos masticatorios, la tableta triturada y molida fue recuperada (paso 2) para ser filtrada en un embudo Buchner, usando papel filtro Wathman no. 3, en un matraz Kitazato, para eliminar los restos de saliva y la muestra fue lavada con metanol frío (que no afecta los fragmentos). Una vez filtrada la muestra fue colocada en vasos de precipitado de 25 ml y secada a temperatura ambiente durante un máximo de dos días para evitar la modificación en la dimensión de los fragmentos.¹⁹



Figura 3. Pastilla de Optosil® de 2.03 g. Técnica propuesta por Edlund y Lamm⁵ en 1980, la cual es reconocida como el estándar de oro, ya que su reproducción se puede realizar fácilmente casi en cualquier parte del mundo.

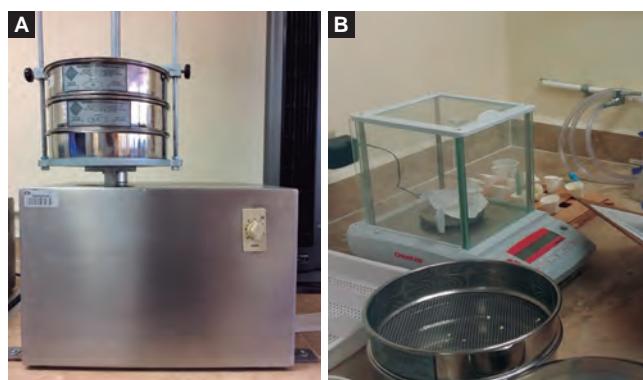


Figura 4. A. Equipo para tamices y juego de tamices (MESH), el número de MESH especifica el tamaño de partícula de un tamaño mínimo que será retido en él. B. Cada conjunto de fracciones del material retenido en cada uno de los tamices fue pesado con una balanza analítica Ohaus® (Pioneer™), determinando el total de los miligramos recuperados y el parcial en cada tamiz.

4. Determinación del tamaño de las partículas: con el fin de determinar el tamaño de las partículas en que fue fragmentada la tableta, el material recuperado, filtrado, lavado y secado se realizó un análisis vibratorio a través de un juego de tamices (MESH) de 2.8 mm y 1.4 mm de apertura, por 120 segundos. (*Figura 4A*).

5. Determinación del peso de las partículas: las fracciones del material retenido en los tamices fue pesado en la balanza analítica. (*Figura 4B*).

Se aplicó el índice de eficiencia masticatoria⁵

Índice de Rendimiento Masticatorio

Se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$R = 100 [1 - (X + Y)/(2T - X)]$$

R = porcentaje de la eficiencia masticatoria.

X = peso en g del material retenido en el tamiz con la fracción gruesa.

Y = peso en g del material retenido en el tamiz con la fracción media.

T = peso total en g de la porción de prueba después de la masticación.

T - X - Y = peso en g del material retenido en el tamiz con la fracción más fina.

Si la pérdida de material excede el 5%, la prueba tiene que repetirse. (*Figura 5a y 5b*).

Máxima Fuerza de Mordida:

El registro de la FM en Kg/fuerza con el sistema T-Scan® EH-2 (Research) los registros de las variables las llevará a cabo un solo investigador. Para la toma del registro se acomoda a los individuos sentados con el plano de Frankfort lo más paralelo al piso; para la evaluación se les pidió que tocaran el sensor cubierto por fomi con el fin de disminuir su miedo, al mismo tiempo se les instruyó que una vez dentro de su boca lo mordieran y advirtieran que no molestaba. Se les dio instrucciones sobre en lo que consistía el registro de la fuerza de mordida. Una vez realizada esta explicación, el

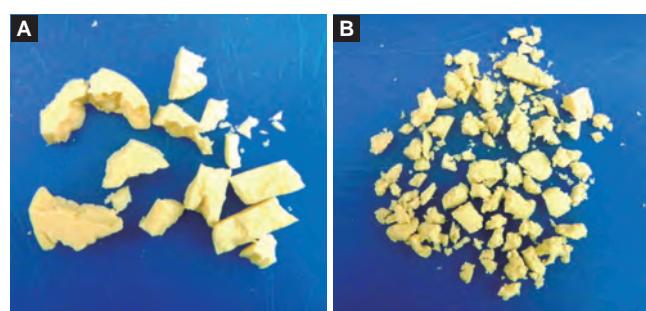


Figura 5. A. Pastilla de Optosil®, donde los residuos grandes muestran una deficiente EM. B. Pastilla de Optosil®, donde los residuos pequeños muestran una adecuada EM.

Cuadro 1. Descripción de la población estudiada.

Sexo	Media (edad)	DE (edad)	Indicadores	Sexo	Media	DE
Ambos	21.58	2.56 ±		Hombres	48.0 kgf	8.62 ±
Hombres	21.83	1.94 ±	MFM	Mujeres	45.3 kgf	11.83 ±
Mujeres	21.52	2.72 ±	Eficiencia masticatoria	Hombres	47.70%	22.79 ±
				Mujeres	54%	20.79 ±
			Tiempo	Hombres	24"	8.78" ±
				Mujeres	38.3"	18.56" ±
			Ciclos	Hombres	33.5	12.04 ±
				Mujeres	44.4	24.75±

Este cuadro muestra la frecuencia de edad, su media y desviaciones estándar (DE) entre los 31 pacientes. Los indicadores MFM, EM, tiempo y ciclos se muestran con sus respectivas distribuciones entre sexo con sus media y desviaciones estándar (DE). En este estudio las mujeres presentaron mayor EM y los hombres mayor MFM.

operador procedió a introducir nuevamente el sensor en su boca pidiéndole a cada sujeto evaluado que lo mordiera lo más fuerte posible y que lo sostuviera por 28 segundos, mientras la grabación está en curso y la imagen se mantiene en tiempo real la cual muestra el progreso del registro. La grabación se detiene automáticamente una vez que el registro se obtuvo.

RESULTADOS

Se estudiaron 31 sujetos, y su promedio de edad fue de 22 ± 2.5 años, hombres (19.4%) y mujeres (80.6%). En el caso de las mujeres presentaron una mayor EM; sin embargo, los hombres presentaron una MFM mayor. La media de los indicadores de la masticación se muestran en el **Cuadro 1**. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson porque nos permite medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas. (**Cuadro 2**). Los sujetos que presentaron una mayor MFM requirieron menor tiempo de trituración y molienda, que aquellos que requirieron mayor tiempo y presentaron MFM bajas. (**Cuadro 2 y Figura 6**). Las personas que tuvieron mayor número de ciclos masticatorios presentaron una mejor EM, que aquellos que requirieron menor número de ciclos. (**Cuadro 3 y Figura 7**). En cuestión del tiempo y la EM, no se encontró una correlación estadísticamente significativa; sin embargo, algunos casos si obtuvieron que a mayor tiempo de trituración y molienda mejor EM. (**Cuadro 4 y Figura 8**). Entre la MFM y la EM no se encontraron tampoco diferencias estadísticamente significativas por lo cual se descartó en este estudio esa correlación.

DISCUSIÓN

La masticación es una de las funciones más importantes del aparato estomatognático, por lo que investigadores y clínicos notaron la necesidad de crear indicadores además de métodos que evalúen el desempeño de este sistema.

Cuadro 2. Correlaciones entre MFM y tiempo

	MFM	Tiempo	
MFM	Correlación de Pearson	1	-0.561*
	Sig. (bilateral)		0.001
	n	31	31
Tiempo	Correlación de Pearson	-0.561*	1
	Sig. (bilateral)	0.001	
	n	31	31

*La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

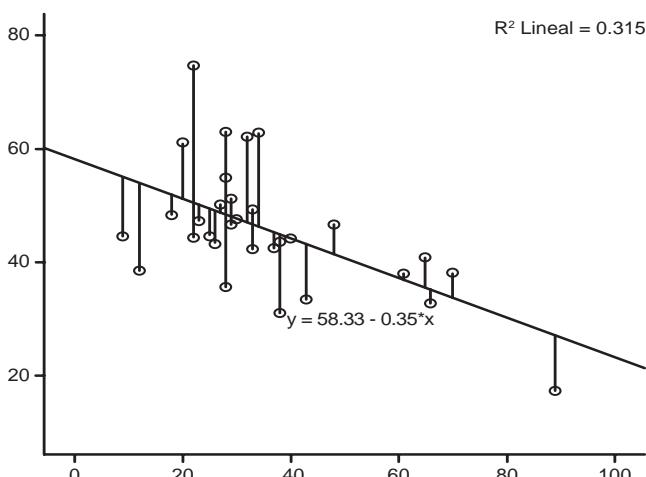


Figura 6. El tiempo y los resultados de la MFM están correlacionados entre sí $r=-.561$ $p < 0.05$. Las variables tiempo y MFM muestran una relación moderada e inversa.

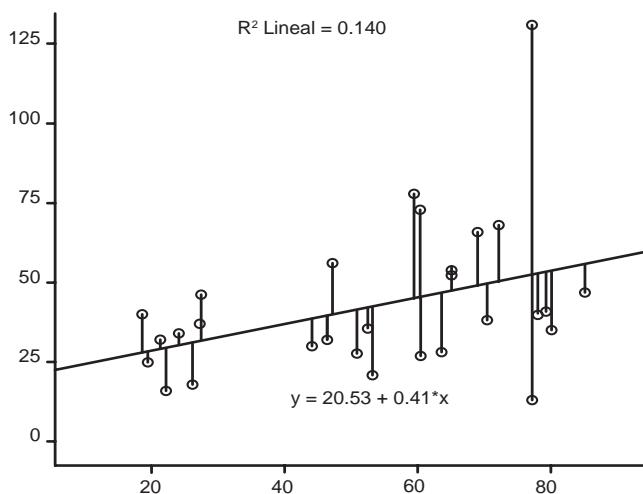


Figura 7. La correlación entre EM y la variable Tiempo es baja y positiva. $r = 0.295$ $p > 0.05$.

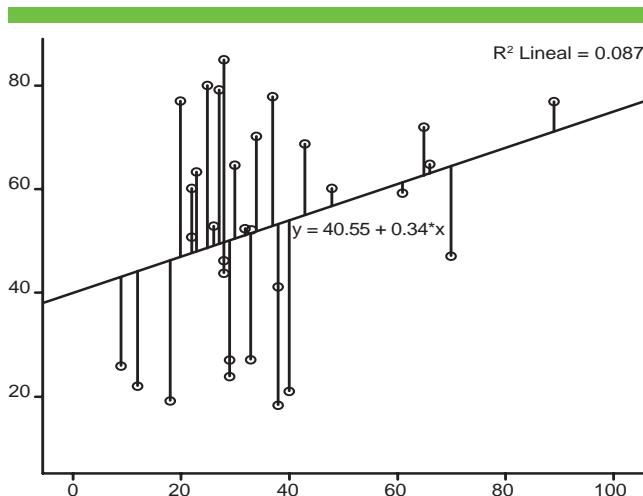


Figura 8. La EM y los resultados de la variable Ciclos están correlacionados entre sí $r = .374$ $p < 0.05$. Las variables EM y ciclos muestran una relación baja y positiva.

Durante varios años se han usado varios materiales de prueba, en los cuales algunos son naturales y otros artificiales, presentando más ventajas en los artificiales debido a que son inodoros e insípidos, además de que no pierden sus propiedades físicas.

En la investigación De Abreu *et al.*²⁰ mostró una similitud en nuestros resultados, que la EM fue mayor en mujeres y la MFM fue mayor en hombres, y al igual que ellos no se encontraron diferencias significativas en la EM y la MFM en ambos sexos.

Cuadro 3. Correlaciones entre ciclos masticatorios y eficiencia masticatoria

		Ciclos	Eficiencia masticatoria
Ciclos	Correlación de Pearson	1	0.374*
	Sig. (bilateral)		0.038
	n	31	31
Eficiencia masticatoria	Correlación de Pearson	0.374*	1
	Sig. (bilateral)	0.038	
	n	31	31

*La correlación entre los ciclos masticatorios y la eficiencia masticatoria, presentan diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0.05 (bilateral), lo que nos muestra que a mayor ciclos masticatorios, mejor eficiencia masticatoria.

Cuadro 4. Correlaciones entre la eficiencia masticatoria y el tiempo.

		EM	Tiempo
Eficiencia masticatoria	Correlación de Pearson	1	0.295
	Sig. (bilateral)		0.107
	n	31	31
Tiempo	Correlación de Pearson	0.295	1
	Sig. (bilateral)	0.107	
	n	31	31

No se obtuvo una relación estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

Los resultados fueron semejantes con los presentados por Abu *et al.*²¹ que también indicó que la media de las fuerzas ejercidas del sexo masculino fue superior que la de las mujeres y; sin embargo, ellos observaron diferencias significativas de MFM entre ambos sexos.

Contrario a los resultados observados en este estudio, Rosa *et al.*²² en su análisis de relación entre EM y la MFM, se observó que la correlación entre los datos fue positiva para todos los grupos analizados, en la masticación habitual, así como en la masticación en el lado derecho e izquierdo, evidenciando que el aumento de la fuerza de mordida está directamente relacionado con el aumento de la eficiencia masticatoria.

En el reporte de Ahlgren *et al.*²³ calculó que la duración del ciclo masticatorio sin relacionarlos con la EM ni con MFM, concluyendo que éste es variable, según la consistencia o dureza de los alimentos, el tiempo de masticación fue de 20 segundos. La frecuencia masticatoria varió entre los individuos en dos grupos: un ciclo por segundo (individuos A, C, D, E, G y J) y tres ciclos por segundo (individuos B, F, H e I). En vista de estos resultados, se puede inferir que la frecuencia

del ciclo no interfiere con la degradación total de los alimentos o con una mayor eficiencia masticatoria. Los individuos con ciclo masticatorio de 1 ciclo/s mostraron respectivamente la mayor y la menor eficacia masticatoria.

El estudio realizado coincide con las investigaciones previamente mencionadas pero únicamente en cuanto a la EM y MFM y ciclos masticatorios; sin embargo, en cuanto a el tiempo no se encontró ningún trabajo relacionado con la correlación entre EM, EFM, ciclos masticatorios y tiempo; por lo que el aporte relevante de este estudio se debió a la correlación ($p < 0.05$) del tiempo con los valores de la MFM que fueron mayores y por lo tanto requirieron menos tiempo de trituración y molienda, que aquellos que requirieron mayor tiempo y presentaron MFM bajas; por otra parte, la relación entre el tiempo y la EM, no se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$), pero sí en cuanto a el mayor número de ciclos masticatorios y EM ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

La EM, la MFM son algunos de los indicadores de la función del sistema masticatorio.

Los pacientes que tienen una mayor MFM requieren menos tiempo de trituración y molienda. En la EM y la MFM no hubo una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

Los pacientes que con mayor número de ciclos masticatorios tuvieron una mejor EM, así como los pacientes que requirieron más tiempo en la trituración también mostraron una mejor EM; sin embargo, fueron pocos los casos, por lo que es necesario continuar con la investigación para obtener mejores resultados, ya que cuya relevancia consiste en proporcionar a los pacientes una mejor atención tanto desde el punto de vista de la prevención, como de la intercepción de funciones y de malos hábitos que puedan alterar al sistema estomatognático. Todo esto con el fin de proporcionar a los pacientes tratamientos menos invasivos.

REFERENCIAS

1. Okeson JP, Brace H. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 7^a ed. Elsevier España; 2013: 21-45.
2. Manns A. Sistema Estomatognático: Fundamentos clínicos de fisiología y patología funcional. 2nd. ed. Caracas, Venezuela: Amolca; 2013: 500-45.
3. von Kretschmann D, Torres A, Sierra M, del Pozo J, Quiroga R, Quiroga R. Rendimiento masticatorio y nivel de satisfacción de pacientes tratados con prótesis totales en la Universidad Mayor. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2015; 8(1): 17-23.
4. Manly RS, Bradley LC. Mastication performance and efficiency. *J Dent Res.* 1950; 29: 448-62.
5. Edlund J, Lamm CJ. Masticatory efficiency. *J Oral Rehabil.* 1980; 7: 123-30.
6. Sánchez-Ayala A, Vilanova LS, Costa MA, Farias-Neto A. Reproducibility of a silicone-based test food to masticatory performance evaluation by different sieve methods. *Braz Oral Res.* 2014; 28: 1-8.
7. van der Bilt, Fontijn-Tekamp FA. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2004; 49: 193-98.
8. Börger S, Tapial O, Cáceres P, López Y, Romo O, Rosales S, Torres M. Métodos de Evaluación del Rendimiento Masticatorio. Una Revisión. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral.* 2010; 3(1): 51-56.
9. van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP. Chewing performance before and after rehabilitation of post-canine teeth in man. *J Dent Res.* 1994; 73(11): 1677-83.
10. Latarjet M, Ruiz A. *Anatomía Humana.* 3^a ed. Ed. Médica Panamericana 1995; 1(4): 128-36.
11. Pocztaruk R, Mathrus J, Soldateli M, da Fontoura L, Rivaldo E, Duarte M. Evaluation of mastication in subjects with natural dentition and denture wearers supported by implants. *Rev Odontol UNESP* 2009, 38(3): 169-74.
12. Enkling N, Saftig M, Worni A, Mericske-Stern R, Schimmel M. Chewing efficiency, bite force and oral health-related quality of life with narrow diameter implants - a prospective clinical study: results after one year. *Clinical Oral Implants Research.* 28(4): 476-82.
13. Paschetta C, González JR. Estimaciones de fuerza de mordida y su relación con las características de la dieta. *Rev Argent Antropol Biol.* 2014; 16(1): 39-50.
14. Evensen JP, Øgaard B. Are malocclusions more prevalent and severe now? A comparative study of medieval skulls from Norway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(6): 710-16.
15. Chong MX, Khoo CD, Goh KH, Rahman F, Shoji Y. Effect of age on bite force. *J Oral Sci.* 2016; 58(3): 361-63.
16. Iinuma T, Arai Y, Fukumoto M, Takayama M, Abe Y, Asakura K, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Iwase T, Komiyama K, Gionhaku N, Hirose N. Maximum occlusal force and physical performance in the oldest old: the Tokyo oldest old survey on total health. *J Am Geriatr Soc.* 2012; 60(1): 68-76.
17. Oliveira NM, Shaddox LM, Toda C, Paleari AG, Pero AC, Cappagnoni MA. Methods for evaluation of masticatory efficiency in conventional complete denture wearers: a systematized review. *Oral Health Dent Manag.* 2014 Sep; 13(3): 757-62.
18. de Liz R, Araujo R, da Fontoura LC, Gomes E, Duarte MB, van der Bilt A. Satisfaction level and masticatory performance of patient rehabilitated with implant-supported overdentures. *Rev Odonto Ciênc.* 2009; 24(2): 109-15.
19. Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(7): 720-22.
20. de Abreu RA, Pereira MD, Furtado F, Prado GP, Mestriner W Jr, Ferreira LM. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol.* 2014; 59(10): 1065-74.
21. Abu Alhaija E, Al Zo'ubi I, Al Rousan ME & Hammad MM. Maximum occlusal bite forces in Jordanian individuals with different dentofacial vertical skeletal patterns. *Eur. J. Orthod.* 2010; 32(1): 71-77.
22. Rosa L, Bataglion C, Siéssere S, Palinkas M, Mestriner Jr W, de Freitas O, de Rossi M, de Oliveira L, Regalo S. Bite force and masticatory efficiency in individuals with different oral rehabilitations. *Open Journal of Stomatology.* 2012; (2): 21-26.
23. Ahlgren AF. Mechanisms of mastication. *Acta Odonto Scand.* 1966; (24): 54-61.