

Evaluación de la dureza de diversos alimentos

Evaluation of the hardness of various foods

Antonio Díaz Caballero, Arnulfo Taron Dunoyer, José María Bustillo, Angel Camacho Vergara, Ricardo García Guarín, Juan Parra Castellanos

Universidad de Cartagena. Colombia.

RESUMEN

Objetivo: evaluar la dureza de diferentes grupos de alimentos a la masticación.

Métodos: se realizó un estudio descriptivo *in vitro*, en el que se evaluó la dureza de diferentes golosinas, chicharrón y carne bovina. Para ello se utilizó un texturómetro EZ-S Shimadzu. El análisis estadístico de los datos obtenidos fue realizado de manera individual utilizando las pruebas estadísticas Shapiro Wilk, Kruskal-Wallis y la de comparación de Mann Whitney.

Resultados: de los grupos de alimentos estudiados, presentó una alta dureza a la masticabilidad la golosina Coffe Deligth® (dulce de café duro) con la mayor fuerza requerida de 268,25 N, seguida de otra golosina Bon Bon Bum® (chupeta) con un valor de 179,5 N y luego las mentas (dulce de menta duro) con 165,25 N. En el caso de la carne bovina y las rosquillas horneadas se encontraron valores más bajos.

Conclusiones: debido a las elevadas fuerzas que hay que aplicar para lograr la fracturabilidad y masticabilidad de los alimentos de alta dureza, el consumo de estos es un eventual factor de riesgo para las restauraciones dentales y para los mismos dientes, con lo que se puede inducir a fracturas en los materiales restauradores o en los propios órganos dentarios.

Palabras clave: consumo de alimento; fuerza de mordida; eficiencia masticatoria; fuerza oclusal.

ABSTRACT

Objective: evaluate the hardness of various food groups for mastication.

Methods: an *in vitro* descriptive study was conducted to evaluate the hardness of various tidbits, fried pork rinds and beef using the texture meter EZ-S Shimadzu. Statistical analysis of the data obtained was conducted on an individual basis with Shapiro Wilk and Kruskal-Wallis statistical tests, and Mann Whitney comparison test.

Results: of the food groups studied, the ones standing out for their hardness were the tidbit Coffee Delight® (hard coffee candy) with 268.25 N, followed by another tidbit, Bon Bon Bum® (lollipop) with 179.5 N and mints (hard mint candy) with 165.25 N. Beef and baked donuts exhibited lower values.

Conclusions: due to the intense force that must be applied to fracture and grind very hard food, its consumption constitutes a risk factor for natural teeth and dental restorations alike, since fractures may occur in restorative materials and dental organs.

Keywords: food consumption; bite force; masticatory efficiency; occlusal force.

INTRODUCCIÓN

La masticación es una función vital en la cual intervienen diversos músculos que se encargan de dar movimiento y fuerza a esta acción ejercidas por los maxilares y los dientes alojados en ellos. La cantidad de fuerza producida en la masticación depende del volumen de los músculos masticatorios, la coordinación de estos durante el proceso, la biomecánica funcional de la articulación temporomandibular y el estado de dientes y sus restauraciones;¹ dicha fuerza puede incrementar o disminuir en relación con las necesidades masticatorias.² Uno de los aspectos que más pueden influir en la fuerza masticatoria aplicada durante la masticación son las diferentes propiedades texturales de los alimentos, teniendo en cuenta que existen diversos grupos alimenticios y que a su vez también pueden diferenciarse entre ellos debido a las propiedades de dureza, elasticidad y gomosidad que posean. Esto hace que cada alimento requiera de una fuerza masticatoria diferente en cada caso, por estas razones se hace necesario evaluar o conocer la resistencia de los alimentos y la fuerza masticatoria necesaria que se debe aplicar para lograr fracturar y macerar un alimento específico.³

El objetivo de la masticación es disminuir a pequeñas porciones los alimentos con el fin que el proceso de deglución y el proceso digestivo logre el mejor aprovechamiento de los alimentos, para adquirir en su totalidad las propiedades nutritivas y funcionales de los alimentos. La eficiencia masticatoria se mide determinando la capacidad individual de triturar la comida a través de un determinado número de ciclos masticatorios.⁴ Partiendo de esto se establece que entre más dura sea la matriz alimentaria de los alimentos, aumentará la eficiencia masticatoria debido a que los ciclos masticatorios se incrementarían de la misma forma.⁵ La eficacia depende de muchos factores, principalmente: dientes; forma del área oclusal donde se fragmenta el alimento; fuerza ejercida, actividad muscular, masa muscular y coordinación de los diferentes músculos; movimientos céntricos y

excéntricos de la mandíbula, lengua y mejillas; recolocación del alimento en la superficie oclusa; calidad de la saliva.⁶

En cuanto a los factores que condicionan la fuerza masticatoria, existen varias condicionantes, como el sexo, la edad, tipo de alimentación, grupos dentarios, dimensión vertical o separación interoclusal, posiciones mandibulares en el plano horizontal, estado de la dentición, características esqueléticas cráneo-faciales, sin que se evaluaran en el presente estudio estos factores.⁷⁻⁹

El presente trabajo tiene el objetivo de evaluar la dureza de diferentes grupos de alimentos a la masticación.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo *in vitro* en el que se evaluó la dureza de diferentes grupos de alimentos de alta dureza, como golosinas, chicharrón y carne bovina. A cada grupo de alimento se le repitió el experimento seis veces. La uniformidad de las muestras estudiadas fue posible gracias a un óptimo procedimiento de inspección visual de los alimentos entrantes tales como grupo de golosinas y grupos cárnicos. Se aseguró que las muestras fueran transportadas, preparadas y manipuladas por un mismo operador, para minimizar la posibilidad de tendencias o errores y presentar una uniformidad constante. Se procedió al corte y separación de los alimentos a estudiar, con el respectivo rotulado y fecha de cocción (en los casos necesarios). Para efectos prácticos se clasificaron los alimentos de alta dureza en dos grandes grupos, golosinas y cárnicos.¹⁰

Todos los alimentos fueron analizados en un texturómetro modelo EZ-S Shimadzu número de serie 346-54909-33, de 50-60 Hz, con un máximo de capacidad de 500 N, hasta lograr la masticación total de estos que se encontraran en condiciones visuales de digerir. El mismo equipo indica cuántos ciclos son necesarios emplear para obtener la maceración total de los alimentos dependiendo de la dureza de cada uno.¹¹

El texturómetro se calibró teniendo en cuenta las fuerzas de masticación mandibular que oscilan entre 588 N a 686 N. Se reemplazó el punzón superior del texturómetro por un premolar uniradicular sano previamente extraído por motivos de ortodoncia. Ese diente fue debidamente empotrado en un bloque de acrílico rosado de 2 cm para poder adaptar al texturómetro, y así poder iniciar en este equipo los ciclos masticatorios hasta obtener la maceración total de los alimentos evaluados.

Posterior a la recolección de los datos, se elaboró tabla matriz en Microsoft Excel versión para Windows 7. Seguidamente se aplicó la prueba para el ajuste de los datos a una distribución normal Shapiro Wilk, la cual fue aplicada a cada una de las muestras. Los resultados obtenidos fueron: rosquillas (pasta redonda horneada) (sig. 0,901); carne bovina (sig. 0,908); chicharrón (tocino de cerdo frito) (sig. 0,264); y Bon Bon Bum® (chupete) (sig. 0,297). Todas estas no rechazaron la hipótesis de normalidad, mientras que sí la rechazaron las mentas (dulce duro de menta) (sig.0,000); Maní Moto® (maní recubierto de harina cocida) (0,000) y Coffe Deligth® (dulce duro de café) (sig.0,000). Igualmente no cumplieron los supuestos de normalidad las gráficas de probabilidad normal e igualdad de varianzas. En consecuencia se decidió utilizar las pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis para muestras independientes y Mann-Whitney para dos muestras independientes por medio del programa estadístico SPSS v 22 IBM y un nivel de significancia $p < 0,05$.

RESULTADOS

En el análisis descriptivo, se presentan los valores de los esfuerzos compresivos a los que fueron sometidos los diferentes grupos de alimentos evaluados; como se puede observar las golosinas en términos generales ofrecen más resistencia a la masticación que los demás grupos de alimentos; para el caso de las confituras tipo menta se aplicó una fuerza compresiva de 433,01 N ([tabla 1](#)).

Tabla 1. Resultados del análisis descriptivo de los valores de esfuerzos compresivos de los diferentes grupos de alimentos

Grupos de alimentos	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
Mentas	433,016	165,25	673,5729	453 700,50
Maní Moto [®]	122,683	46,150	187,8298	35 280,050
Coffe Deligth [®]	270,500	269,25	8,655630	74,920000
Rosquitas	24,3830	23,950	3,337910	11,142000
Chicharrón	110,200	110,65	2,641970	6,9800000
Carne bovina	20,9000	20,150	4,847680	23,500000
Bon Bon Bum [®]	176,366	179,60	17,70036	313,30300

Al comparar todas las muestras con la prueba de Kruskal-Wallis, hubo diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,000$); al comparar con esta misma prueba los alimentos donde se presentó menor resistencia a la masticación a saber Maní Moto[®], rosquitas y carne bovina, se mostró diferencia estadística significativa ($p= 0,039$). Igualmente se presentó diferencia estadística significativa para los que mostraron mayor resistencia masticatoria ($p= 0,000$), como mentas, Coffe Deligth[®], chicharrón y Bon Bon Bum[®].

Los resultados de las comparaciones de muestras según el estadígrafo de de Mann Whitney se pueden observar en la [tabla 2](#). Todas las muestras presentaron diferencias estadísticas significativas a excepción de las muestras de rosquita y carne bovina ($p= 0,200$) y de menta y Bon Bon Bum[®] ($p= 0,749$) ([tabla 2](#)).

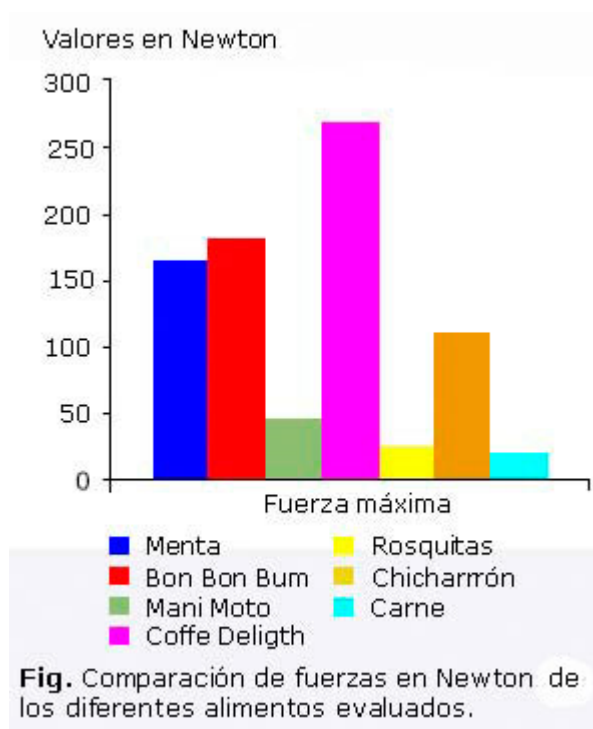
De acuerdo con los resultados se observa una relación entre la masticabilidad de los alimentos y la dureza que estos presentan. Dada la estructura tan rígida de las matrices alimentarias, los procesos masticatorios se hacen prolongados, exigen repetición de ciclos masticatorios, lo que en conjunto puede aproximar a la fatiga de los materiales de restauración y de las mismas estructuras dentales, siempre que se ejerzan esfuerzos masticatorios altos.

Las muestras se analizaron de manera separada. La fuerza máxima requerida para la maceración de cada uno de los grupos de alimentos puestos a prueba se observan en la [figura](#), en la cual resulta el Coffe Deligth[®] con la mayor fuerza requerida (268,25 N), seguido del Bon Bon Bum[®] con un valor de 179,5 N y luego las mentas con 165,25 N; mientras que se presentan los valores más bajos para la carne bovina y las rosquillas, respectivamente.

Tabla 2. Resultados de la prueba de comparación de dos en dos de la resistencia a la masticación mediante la prueba de Mann Whitney

Matrices alimentarias	Chicharón	Bon Bon Bun®	Coffe Delight®	Menta	Carne bovina	Rosquitas	Maní Moto®
Chicharón							
Bon Bon Bun®	Sí (p= 0,004)		Sí				
Coffe Delight®		Sí					
Menta	Sí	No (p= 0,749)	Sí (p= 0,004)				
Carne bovina							
Rosquitas					No (p= 0,2)		Sí (p= 0,004)
Maní Moto®					Sí	Sí	

Sí: existe diferencia significativa; No: no existe diferencia significativa.



DISCUSIÓN

Las limitaciones principales de este estudio radican en la capacidad máxima de fuerza del texturómetro que fue utilizado. El equipo usado alcanza a producir 500 N de presión. Por este motivo no se lograron colocar las muestras de Bon Bon Bum® completas, sino que para facilitar su masticabilidad se cortaron previamente con discos de carburo en cortes de 4 mm, ya que el texturómetro no alcanzó a conseguir la fuerza necesaria para la degradación de esta golosina al colocarla entera.

Otra limitación marcada es la dificultad en obtener referencias científicas de valor y calidad, por la escasez de literatura con respecto al tema tratado. La información científica que relacionen la masticabilidad de alimentos con modelos dentales es muy pobre; la mayoría de la literatura disponible se enfoca principalmente en las condiciones de ingeniería de alimentos, con el fin de mejorar las propiedades físicas y químicas de estos, obviando la parte odontológica y dental.

Teniendo en cuenta lo anterior, se muestra diferencia significativa entre la resistencia a la masticación de las muestras evaluadas. Se obtuvo la mayor fuerza para el Coffe Deligth®, seguido del Bon Bon Bum®; por último, con la menor fuerza la carne bovina, lo cual corrobora los resultados obtenidos por *Carvajal* y otros, quienes expresan resultados de cinco cortes de carne bajo condiciones especiales, que revelan la baja fuerza masticatoria requerida para los cortes bucales de carne de bovina.¹²

Las investigaciones de *Shiozawa* y otros muestran resultados más semejantes al comparar la resistencia a la masticación en dos muestras de arroz, lo que resulta teniendo grandes diferencias significativas entre los dos grupos evaluados en la investigación (masticación de arroz y pastel de arroz), con respecto a la fuerza, duración de los ciclos y tiempo de maceración; lo cual se puede correlacionar con las diferencias significativas entre los grupos evaluados resultantes en el presente estudio.¹³

Este estudio se contrasta con los anteriores mencionados debido a los cambios en la metodología. Para poder aplicar los estudios de tipo reológico en el área odontológica se efectuaron algunas modificaciones en la forma de operar del texturómetro, utilizando un órgano dental premolar superior natural sano, lo que condiciona y hace la variación de los resultados obtenidos dentro de un contexto odontológico, sin restarle importancia a la prueba reológica realizada. Se considera que esta metodología actual es más aplicable a la importancia de la estomatología moderna.

Razavi y otros presentan en su investigación metodología muy semejante al presente estudio, analizan la textura de un endulzante de preparación casera. Pero los resultados de las fuerzas masticatorias no fueron relevantes, sino las otras propiedades como la gomosidad, elasticidad y otras propiedades.¹⁴

Como ventaja fundamental del estudio, se tiene la modificación del texturómetro con el empleo del órgano dentario en lugar del punzón tradicional de medición, lo que difiere de las investigaciones mencionadas anteriormente debido a que estas utilizan un punzón de acero, con diferentes partes activas, algunas de corte, otras puntiagudas y diferentes formas; todo lo cual hace que las fuerzas se distribuyan de manera diferente a como lo harían en una superficie dentaria que posee unas características morfológicas totalmente distintas y que están diseñadas para soportar fuerzas, lo que se acerca mucho más a la realidad.

Además, las características oclusales que poseen los órganos dentales hacen que la maceración de los alimentos sea mucho más fácil y que se pueda triturar los alimentos con mayor eficacia. De este modo resultan datos más cercanos a la realidad de los que se pueden obtener de otros estudios *in vitro* con otras metodologías.

Los valores elevados en la fuerza aplicada para lograr la fracturación de los alimentos se puede interpretar como indicativo de una alta dureza que eventualmente se alcanza a reflejar en posibles fracturas de materiales de restauración o de los mismos órganos dentarios.

Conflicto de intereses

El autor no declara conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfaro P, Medina F, Osorno MC, Núñez JM, Romero G. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. Revista ADM. 2012;69(2):53-7.
2. Durval A, Riqueto F, Diaz M, de Liz R, Duarte MB. Chewing performance and bite force in children. Braz J Oral Sci. 2006;5(18):1101-8.
3. Alkan A, Keskiner I, Arici S, Sato S. The effect of periodontitis on biting abilities. Journal Periodontol. 2006;77:1442-5.
4. Kuninori T, Tomonari H, Uehara S, Kitashima F, Yagi T, Miyawaki S. Influence of maximum bite force on jaw movement during gummy jelly mastication. J Oral Rehabil. 2014 May;41(5):338-45.
5. Roldán S, Buschang PH, Isaza Saldarriaga JF, Throckmorton G. Reliability of maximum bite force measurements in age-varying populations. J Oral Rehabil. 2009 Nov;36(11):801-7.
6. Eng C, Lieberman D, Zink K, Peters M. Bite force and occlusal stress production in hominin evolution. Am J Phys Anthropol. 2013 Aug;151(4):544-57.
7. Palinkas M, Nassar MS, Cecílio FA, Siéssere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, et al. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. Unilateral isometric bite force in 8-68 years old women and men related to occlusal factors. Arch Oral Biol. 2010 Oct;55(10):797-802.
8. Koc D, Dogan A, Bekb B. Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements: A Literature Review. Eur J Dent. 2010 Apr;4(2):223-32.
9. Venkataraman VV, Glowacka H, Fritz J, Clauss M, Seyoum C, Nguyen N, et al. Effects of dietary fracture toughness and dental wear on chewing efficiency in geladas (*Theropithecus gelada*). Am J Phys Anthropol. 2014 Sep;155(1):17-32.
10. Modelo HACCP general para productos cárnicos y avícolas procesados térmicamente, bajo esterilización comercial [citado 22 Sep 2015]. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/ee72c6da-e059-4413-9a2c-7341368d0240/HACCP-7_SP.pdf?MOD=AJPERES
11. Koch T, Lakshmanan S, Brand S, Wicke M, Raum K, Mörlein D. Ultrasound velocity and attenuation of porcine soft tissues with respect to structure and composition: I. Muscle. Meat Sci. 2011 May;88(1):51-8.

12. Carvajal L, Ospina N, Martínez O, Ramírez L, Restrepo C, Adarve S, et al. Evaluación de textura a cinco cortes de carne de res conservados por esterilización en envase de hojalata. *Vitae*. 2008 July [cited 22 Sep 2015]; 15(2): 232-43. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042008000200005&lng=en

13. Shiozawa M, Taniguchi H, Hayashi H, Hori K, Tsujimura T, Nakamura Y, et al. Differences in chewing behavior during mastication of foods with different textures. *Journal of Texture Studies*. 2013; 44: 45-55.

14. Razavi SMA, Behrouzian F, Alghooneh A. Thermo-rheology and thermodynamic analysis of binary biopolymer blend: A case study on sage seed gum-xanthan gum blends. *Food Hydrocolloids*. 2017. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.10.007.

Recibido: 29 de noviembre de 2015.

Aprobado: 28 de febrero de 2018.

Antonio Díaz Caballero. Universidad de Cartagena. Campus de la salud - Facultad de Odontología - Universidad de Cartagena. Zaragocilla, Cartagena, Bolívar, Colombia. Correo electrónico: adiazc1@unicartagena.edu.co