



Deformación de las hojas de bisturí al incidir tejido gingival de mandíbulas de cerdo. Estudio *ex vivo*

Deformation of scalpel blades after incision of gingival tissue in pig mandibles. An ex vivo study

Antonio Díaz Caballero,* Arnulfo Tarón Dunoyer,[§] Roes Hernández Ligardo,^{||}
Ángel Camacho Vergara,^{||} Natalia Fortich Mesa**

RESUMEN

Introducción: La reología es la ciencia que estudia la deformación de los objetos sometidos a fuerzas externas. Se quiso relacionar esta ciencia con el bisturí, el cual es una herramienta de corte de importancia terapéutica. **Objetivo:** Describir y comparar la deformación de la superficie cortante de las hojas de bisturí de Bard Parker número 15 de las marcas comerciales Elite® y Paramount®, realizando de uno a cuatro incisiones en encía de cerdos *ex vivo*. **Material y métodos:** Estudio de tipo descriptivo comparativo. Se utilizaron mandíbulas de cerdos de uso comercial. Se efectuaron cortes con 20 hojas de bisturí por cada marca comercial. Se utilizó un texturómetro con fuerzas para realizar los cortes, con velocidad regulada, posición constante. Se empleó un estereomicroscopio para fotografiar y comparar la superficie de los escalpelos antes y después de ser utilizados. Se empleó el software ImageJ, para medir el área deformada de las hojas en fotos. **Resultados:** El esfuerzo en promedio al corte de ambas marcas fue de 49.1 Newtons (N), este esfuerzo no difiere estadísticamente en cada marca en particular, Elite® reportó un esfuerzo general a los cortes de 48.1 N [27.2-179.7], mientras que Paramount® mostró 49.1 N [0.0-60.3] ($p = 0.776$). Se evaluó la deformación de las hojas de bisturí. Para Elite® se deformaron el 75% de las hojas; para la marca Paramount® fue del 90%. **Conclusión:** El esfuerzo al corte realizado por las hojas del bisturí aumenta con cada incisión que se realiza influyendo esto directamente con la deformación física de la hoja.

Palabras clave: Escalpelo, reología, deformación, (DECS).

Key words: Scalpel blade, rheology, deformation, (Mesh Database).

ABSTRACT

Introduction: Rheology is the science that studies deformation of objects when submitted to external forces. This science was associated to the scalpel blade, which is a cutting tool of therapeutic importance. **Objective:** To describe and compare deformation of the cutting surface of Bard Parker No. 15 scalpel blades (Elite® and Paramount® brands), performing one to four cuts in *ex vivo* pig gums. **Material and methods:** Comparative-descriptive study. Commercial use pig mandibles were used. Cuts with 20 scalpel blades per brand were performed. A texture analyzer with force to perform these cuts was used, keeping regulated speed and constant position. A stereo-microscope was used to photograph and compare the surface of the scalpel blades before and after being used. ImageJ software was used to measure deformed areas of the scalpel blades in pictures. **Results:** Average cutting effort from both brands was 49.1 Newton (N), this effort did not statistically differ in each particular brand, Elite® reported an overall cutting effort of 48.1 N [27.2-179.7], meanwhile Paramount® showed 49.1 N [0.0-60.3] ($p = 0.776$). The deformations of the scalpel blades were evaluated. For Elite®, 75% of the scalpel blades suffered some kind of deformation; for Paramount®, 90% did. **Conclusion:** The cutting effort performed by the scalpel blades increases with each incision performed, which influenced directly the physical deformation of each blade.

Recibido: mayo 2016.

Aceptado: noviembre 2016.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

* Odontólogo, Doctor en Ciencias Biomédicas y Profesor, Universidad de Cartagena. Especialista en Periodoncia, Universidad Javeriana. Magister en Educación, Universidad del Norte. Director del Grupo GITOU.

§ Químico Farmacéutico y Profesor, Universidad de Cartagena. Magister en Ciencia y Tecnología de los Procesos Biotecnológicos, Universidad de la Habana.

|| Odontólogo y Especialista en Estomatología y Cirugía Oral, Universidad de Cartagena.

|| Ingeniero de Alimentos, Laboratorio de Alimentos, Universidad de Cartagena.

** Odontóloga, Universidad Javeriana. Especialista en Endodoncia y Profesora, Universidad de Cartagena. Magister en Epidemiología, Universidad Nacional. Profesora, Corporación Universitaria Rafael Núñez.

INTRODUCCIÓN

El bisturí es un elemento esencial en los tratamientos quirúrgicos en cavidad oral, cuenta con una evolución y amplio uso histórico en diversos campos quirúrgicos.^{1,2} Dentro de la literatura odontológica se cuenta con relativamente pocos trabajos científicos que describan su comportamiento al aplicar principios de reología, tal como lo plantean Carter et al en el 2005.³ Las alteraciones físicas que ocurren en su forma, producto de su utilización y así prevenir las posibles alteraciones que en la estructura de los tejidos orales se produzcan por realizar incisiones sucesivas en una zona de un individuo en el acto quirúrgico;⁴ por la deformación en la superficie cortante de las hojas que se debe esperar y que sucede.⁵ Esta situación puede eventualmente producir mayores daños en los tejidos incididos, con alteraciones tisulares que no serán estudiados en el presente artículo. Esto conduce eventualmente a mayores periodos de cicatrización y recuperación más demorada. Es fundamental establecer que en los escenarios de formación académica de importancia quirúrgica, no se enseña, ni se cuantifica en unidades de fuerzas, cuánta es la presión o el grado de presión que se le debe aplicar a un bisturí, para poder obtener un resultado terapéutico, sin que se deforme de manera detectable. Es igualmente importante mencionar que no existe un parámetro exacto, ni cuantificable al respecto. De tal manera que se decidió emplear la reología por su capacidad de indagar; lo que logra esta ciencia es estudiar el vínculo efectivo entre la fuerza que se ejerce sobre un material y la posible deformación que este material o el tejido experimenta.⁶

El presente estudio tuvo como objetivo describir la deformación de las superficies cortantes y el esfuerzo al corte de las hojas de bisturí número 15 de dos marcas comerciales, al realizar de uno a cuatro incisiones mucoperiósticas en mandíbulas de cerdo *ex vivo*, al aplicar diferentes grados de fuerzas expresadas en Newton (N). Los estudios se realizaron con un texturómetro con fuerzas adecuadas para realizar los cortes, a velocidad de corte regulada y en una angulación constante. Una de las principales limitantes detectadas y a la vez propias de cualquier estudio fue que no se encontraron amplios y suficientes antecedentes o referentes de investigaciones donde se describiera qué sucedía con una hoja de bisturí al ser utilizada en su parte activa de corte.

La importancia de este artículo producto de investigación, es que se realiza un aporte que permite demostrar y cuantificar las deformaciones o alteraciones que se producen en las hojas de bisturí en su forma

original, ya que al mismo tiempo disminuye su capacidad de corte al utilizarlas repetidamente en procedimientos quirúrgicos en la cavidad oral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una investigación de tipo descriptivo-comparativo.

Como modelo de experimentación, se utilizaron mandíbulas de cerdos *ex vivo* comercialmente disponibles, de tal manera que no se tuvo que sacrificar animal alguno.

Como muestra se utilizaron 20 hojas de bisturí número 15, para bisturí Bard Parker número 3, de las cuales fueron elegidas las marcas Elite® y Paramount®, fácilmente disponibles en el país donde se hizo el estudio. Las hojas de bisturí se dividieron en cuatro grupos para cada marca y a cada grupo se le asignó el nombre de A, B, C y D para la marca Elite® y A', B', C' y D' para la marca Paramount® cada grupo estuvo compuesto por cinco hojas de bisturí cada uno.

Se estandarizó la toma fotográfica mediante una formaleta, donde se posicionó de forma unificada y evitando los movimientos de la hoja de bisturí. Las fotografías fueron realizadas con una cámara Nikon d7000 y un estereomicroscopio de marca D & D Implementos, digital a 4.5 magnificaciones, las tomas fotográficas que se realizaron en las hojas de bisturí elegidas de las marcas Elite® y Paramount® se realizaron una vez que se retiraron de su empaque.

Las hojas de bisturí se llevaron al texturómetro modelo EZ-S, Shimadzu con número de serie 346-54909-33, de 50-60 Hz (*Figura 1*), ese equipo desarrolla un máximo de capacidad de 500 N de presión para la realización de las pruebas.

En el texturómetro fueron realizados los cortes penetrantes mucoperiósticos con un ángulo de 45 grados en mandíbulas de cerdo (*Figura 2*). Las mandíbulas de cerdo fueron seleccionadas por su similitud con los tejidos orales humanos. Además ofrecen la posibilidad de ser adecuadas y cortadas para un acceso fácil de los instrumentos cortantes montados en el texturómetro. La incisión penetrante se efectuó a una velocidad constante de 10 mm por minuto hasta obtener tope en el hueso.

Con el primer grupo de las hojas de bisturí de las dos marcas se realizó un solo corte y posteriormente se tomaron las fotografías. Luego se continúa con el segundo grupo de las hojas de bisturí, previa fotografía de las hojas, se realizó la simulación de los cortes en la mandíbula con la misma estandarización de presión al corte y grado de ingreso de la hoja. Se toman

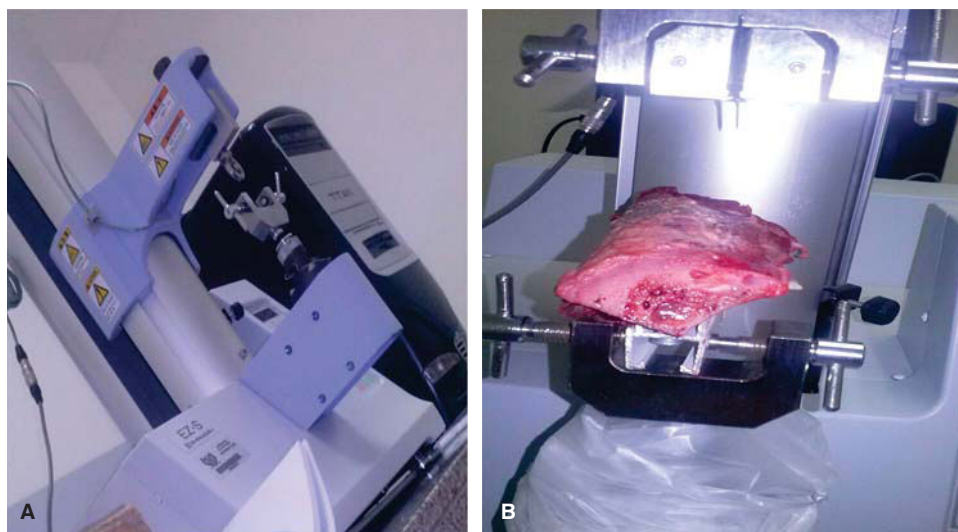


Figura 1.

A) Texturómetro EZ Shimadzu utilizado para el desarrollo de las pruebas reológicas en las mandíbulas de cerdo. **B)** Fragmento de mandíbula de cerdo acoplada al texturómetro utilizada para las pruebas reológicas.

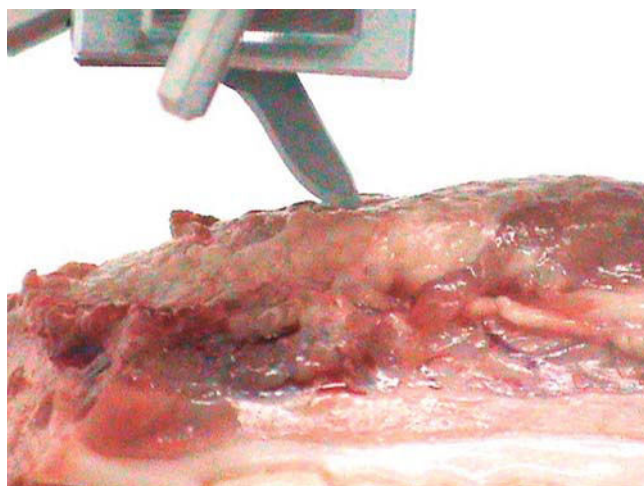


Figura 2. Fragmento de mandíbula de cerdo acoplada al texturómetro, con la hoja de bisturí a 45 grados, iniciando el corte del tejido gingival.

las fotografías después de realizadas dos incisiones con cada una de las hojas. Se continuó con el grupo C, con la realización de tres cortes por cada hoja. En el grupo D se realizaron cuatro cortes por cada hoja.

Se reporta la fractura de dos hojas de bisturí de la marca Paramount® en los grupos de tres y cuatro cortes. Estas cuchillas no fueron reemplazadas. Los datos que se alcanzaron a recolectar de estas cuchillas fracturadas fueron utilizados para el análisis estadístico.

La descripción fotográfica se efectuó de dos maneras. En la primera se tomaron las fotografías previas y las fotografías posteriores a los cortes y se compararon entre sí para determinar una variable cualitativa

sobre si había o no evidencia física de la deformación de las hojas. Se examinaron aspectos tales como la pérdida de continuidad o alteraciones en el contorno de la hoja en su parte activa. En la segunda forma se realizó por medio del software ImageJ,⁷ donde se midió el área de toda la parte activa fotografiada de la hoja de bisturí para comparar por medio de la equivalencia de pixeles a milímetros previa calibración del software para interpretar los datos arrojados por el programa en las fotos tomadas antes y después de los cortes, tal como lo utilizaron Fukushima y Tomita en el 2009, evaluando cambios en la conjuntiva de Cobayos.⁸

RESULTADOS

Se evaluó la deformación física y esfuerzo al corte en todas las hojas de bisturí número 15 empleadas como muestra. Inicialmente se evaluó la variabilidad en el área de la hoja de bisturí, midiendo el esfuerzo al corte en Newtons (N), en general para ambas marcas se reportó una mediana de 49.1 N [0.0-179.7]; sin embargo, este esfuerzo no difiere estadísticamente en cada marca en particular ($p > 0.05$). La marca Elite® reportó un esfuerzo al corte general 48.1 N [27.2-179.7] mientras que Paramount® mostró 49.1 N [0.0-60.3] ($p = 0.776$). Al comparar la variabilidad presentada en las hojas de bisturí del área en mm antes y después de realizados los cortes para cada marca en particular, se encontró que las hojas de bisturí marca Elite® presentaron una mediana de 30.6 mm [29.9-30.9], esta área disminuyó significativamente a 29.6 mm [28.7-30.4] después de realizar los diferentes cortes ($p = 0.00$). De igual forma para las hojas Paramou-

nt® el área previa al uso fue de 29.2 mm [0.0-29.3] la cual se redujo significativamente a 29 mm [0.0-29.3] ($p = 0.00$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas para ambas marcas (*Cuadro I*). Variabilidad del área de la hoja de bisturí global, antes y después del corte.

La variabilidad del área de la hoja de bisturí también se determinó en mm de acuerdo con el número de cortes, igualmente se reportó una disminución significativa en el área observada posterior a la realización de éstos, tal como lo muestra el *cuadro II*. Al analizar el área de las hojas de bisturí posterior al número de cortes según las casas comerciales, se observó que las hojas Elite® no mostraron diferencia estadísticamente significativa posterior a la realización de los diversos cortes ($p = 0.687$). El caso contrario se observó con las hojas de bisturí Paramount® las cuales mostraron una disminución significativa en su área posterior a la realización de los diferentes cortes ($p = 0.00$) (*Cuadro II*).

Asimismo se evaluó la variabilidad presentada en las hojas de bisturí de acuerdo con el número de cortes realizados a cada grupo de hojas. De forma general no se observó diferencia estadísticamente significativa del esfuerzo al corte registrado a uno, dos, tres y cuatro cortes; reportándose el mayor esfuerzo observado de 52.05 N [35.9-81.2] al realizar dos cortes ($p = 0.64$). Al analizar el esfuerzo al corte según las casas comerciales, se observó que las hojas de bisturí marca Elite® reportaron un mayor esfuerzo a medida que incrementaba el número de cortes; siendo así que para un corte se necesitó un esfuerzo de 41.4 N, 52.7 N con dos cortes y 59 N a los tres cortes; mostrando una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.00$). Para el caso de las hojas de bisturí Paramount® también se observó un incremento significativo del esfuerzo requerido al aplicar los diferentes cortes encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.00$) (*Cuadro III*).

Una de las condiciones evaluadas de mucha importancia del estudio, permitió determinar la deformación física de las hojas de bisturí de ambas marcas. Para

el caso de Elite® se deformaron el 75% de las hojas independientemente del número de cortes; mientras que el porcentaje de hojas deformadas de la marca Paramount® fue del 90%. Esto demuestra la alta frecuencia de deformación de las hojas de bisturí posterior a su uso (*Cuadro IV*). Sin embargo, para tener mayor detalle del grado de deformación generada se analizó el área antes y después de realizar los diferentes cortes (*Figuras 3 y 4*).

DISCUSIÓN

La hoja de bisturí Bard Parker número 15 para mango número 3, es uno de los instrumentos más utilizados en cirugía oral y sigue siendo el patrón de oro para los procedimientos que implican escisión, incisión o disección de los tejidos blandos para acceder al sitio o sitios quirúrgicos de la cavidad oral, por la capacidad que tiene de efectuar cortes finos y limpios que al final van a favorecer la cicatrización. El objeto de este estudio permitió describir y comparar la deformación de la superficie cortante de las hojas de bisturí de Bard Parker de dos marcas comerciales, utilizando un modelo experimental realizando de uno a cuatro incisiones en encía de cerdos *ex vivo*. Diversas investigaciones realizadas a la fecha centran su interés en estudiar el efecto que tienen los diferentes instrumentos en la cicatrización de la mucosa de distintos procedimientos quirúrgicos, sin determinar ni describir la deformación causada en la hoja de bisturí. Autores como Arshad et al, compararon las ventajas y desventajas del láser de CO₂ y el bisturí en la cicatrización de heridas después de una exposición oral y procedimientos quirúrgicos de tejidos blandos, observaron la cicatrización de la herida y la compararon clínica e histológicamente, 24 horas después de la cirugía.⁹ Encontraron diferencias significativas con respecto a la apariencia de la herida, la formación de tejido cicatrización y el espesor de la herida, estas diferencias fueron mucho mayores en el grupo intervenido con bisturí, sin embargo, no evaluaron la deformación ni el esfuerzo sufrido por el instrumen-

Cuadro I. Variabilidad del área de la hoja de bisturí global, antes y después del corte.

	(N = 40) ME ± R	p*	Antes (N = 20) ME ± R	Después (N = 20) ME ± R	p*
Área (mm) global (Elite & Paramount)	49.10 [0.0-179.7]		29.60 [0.0-30.9]	29.10 [0.0-30.4]	
Elite® área (mm)	48.10 [27.2-179.7]	0.78	30.60 [29.9-30.9]	29.60 [28.7-30.4]	0.00*
Paramount® área (mm)	49.10 [0.0-60.3]		29.20 [0.0-29.3]	29 [0.0-29.3]	0.00*

* Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

Cuadro II. Variabilidad del área en mm de acuerdo con el número de cortes realizados.

	Global (mm)			Elite® (mm)			Paramount® (mm)		
	Antes (N = 10)		p	Antes (N = 5)		p	Antes (N = 5)		p
	ME ± R	Después (N = 10) ME ± R		ME ± R	Después (N = 5) ME ± R		ME ± R	Después (N = 5) ME ± R	
1 Corte	29.60 [29.1-30.8]	29.45 [29.0-30.3]	0.010*	30.40 [29.9-30.8]	30.10 [29.6-30.3]		29.20 [29.1-29.3]	29.10 [29.0-29.3]	
2 Cortes	29.75 [29.1-30.9]	29.15 [28.9-30.1]	0.002*	30.80 [30.2-30.9]	29.70 [29.3-30.1]	0.697	29.20 [29.1-29.3]	29.00 [28.9-29.0]	0.00*
3 Cortes	29.80 [0.0-30.9]	29.05 [0.0-30.4]	0.004*	30.50 [30.4-30.9]	29.60 [29.1-30.4]		29.20 [0.0-29.2]	28.90 [0.0-29.0]	
4 Cortes	29.95 [0.0-30.9]	29.00 [0.0-29.4]	0.004*	30.70 [30.6-30.9]	29.00 [28.7-29.4]		29.20 [0.0-29.3]	29.00 [0.0-29.0]	

* Kruskal-Wallis (p < 0.05).

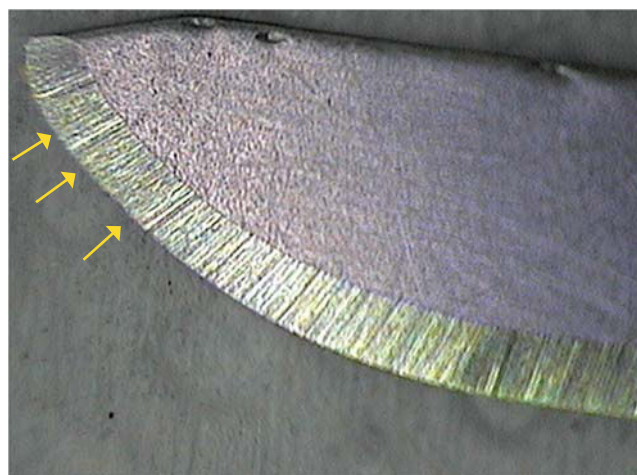


Figura 3. Hoja de bisturí Elite® D3 antes de ser utilizada. Se nota la continuidad en el filo del borde activo, sin opacidad, ni deformaciones.



Figura 4. Hoja de bisturí Elite® D3 después de ser utilizada. En el borde se nota la opacidad del filo, lo que se interpreta como deformación física de la hoja.

to durante el procedimiento. Otros autores que han realizado estudios donde evalúan otro tipo de desenlaces primarios fueron Sinha y Gallagher,¹⁰ quienes compararon el rendimiento de diferentes instrumentos en la cicatrización de los tejidos cuando se utilizó el bisturí de acero, bisturí ultrasónico, monopolar o instrumentos de electrocirugía bipolar, o láser CO₂ en un modelo animal de la cirugía oral, las muestras fueron recolectadas para su estudio histopatológico y se realizaron mediciones de la resistencia a la tracción además evaluaron aspectos como hemostasia, coagulación de tejidos, adherencia del tejido y la cicatrización de heridas (tejido reepitelización), grado de inflamación, encontraron que el bisturí ultrasónico

Cuadro III. Variabilidad del esfuerzo (N) al corte de acuerdo con el número de cortes.

	Global (N = 40)		Elite® (N = 5)		Paramount® (N = 5)	
	ME ± R	p	ME ± R	p	ME ± R	p
Variabilidad esfuerzo al corte	49.10 [0.0-179.7]	0.78	48.10 [27.2-179.7]		49.10 [0.0-60.3]	
1 Corte	48.9 [27.2-68.4]	0.64	41.40 [27.2-68.4]	0.000*	49.60 [43.3-51.4]	0.000*
2 Cortes	52.5 [35.9-81.2]		52.70 [35.9-81.2]		51.40 [42.9-60.3]	
3 Cortes	49.3 [0-71.4]		59.00 [39.9-71.4]		47.80 [0.0-54.7]	
4 Cortes	46.7 [0-180]		43.30 [36.3-179.7]		52.30 [0.0-57.5]	

* Kruskal-Wallis (p < 0.05).

fue la mejor herramienta en el control de la hemostasia y la coagulación del tejido. La mayor resistencia a la tracción se observó en el bisturí de acero y el bisturí ultrasónico al final de 28 días. La mayor parte de estas investigaciones están encaminadas a estudiar la cicatrización de los tejidos evaluando diferentes instrumentos, sin evaluar la variabilidad en el esfuerzo al corte de los instrumentos, Ryu et al,¹¹ compararon la cicatrización de heridas después de incisiones, con un bisturí, láser CO₂ o láser de Er, en la mucosa oral de cobayos. Se examinaron muestras de biopsia de mucosa oral de cada herida y se determinó la expresión de TNF- α y TGF- β 1 por tinción inmunohistoquímica, los autores concluyeron que el láser de ER presentaba más beneficios en la cicatrización que los demás instrumentos.

Chanthasopeepphan et al,⁵ estudiaron cortes de muestras de tejidos hepáticos de espesor no uniforme con tres velocidades de corte (0.1 cm/seg, 1.27 cm/seg, y 2.54 cm/seg). Encontraron que la profundidad de corte juega un papel significativo en las fuerzas de corte. Usando el sistema de estéreo cámara y de procesamiento de imágenes, demostraron que es un método efectivo para medir la profundidad de las cuchillas en tejidos como el progreso de corte de éste. Estos resultados son similares a los reportados en el presente estudio donde se reporta un incremento significativo del esfuerzo requerido al aplicar los diferentes cortes (p = 0.00) en ambas marcas evaluadas.

Se reporta que al realizar cirugías hepáticas e intestinales, autores como Leong, Coffey y Hill,¹² utilizan métodos de radiofrecuencia asistida para efectuar resecciones o hepatectomías, utilizando un prototipo construido para permitir una simulación quirúrgica entre la ablación por radiofrecuencia y la resección de hígado. Reportan una falta de literatura que estudie sobre la mecánica y las propiedades y la interacción entre la herramienta de corte, los tejidos y el hígado, respetando la resistencia o dureza de

Cuadro IV. Frecuencia de deformación en la hoja de bisturí.

	Global n (%)	Elite® n (%)	Paramount® n (%)
Deformación			
Presente	31 (82.5)	15 (75)	18 (90)
Ausente	7 (17.5)	5 (25)	2 (10)

los tejidos en relación con la herramienta o estilo de corte empleado.

De acuerdo con los resultados del presente artículo, es válido inferir que la hoja de bisturí sufre un proceso de deformación evidente, lo que obliga al operador a utilizar mayor fuerza en cada nuevo corte para incidir los tejidos, lo que necesariamente genera una disminución de la velocidad de corte que se traduce a su vez en un aumento en la resistencia a la deformación de los tejidos. Desde un punto de vista de aplicación en cicatrización, este fenómeno está en contraposición con el correcto manejo de los tejidos, ya que entre más modificaciones o alteraciones sufra el tejido incidido más complejo y demorado será su proceso de cicatrización tal como lo plantean Malik et al en 2011.⁹ Lo que no se puede asegurar es en qué momento la deformación que sufren las hojas de bisturí y el aumento del esfuerzo al corte intervengan en el proceso de cicatrización posterior al acto quirúrgico, aunque se asuma.

CONCLUSIONES

Al terminar la ejecución experimental y al procesar todos los datos arrojados por el texturómetro se puede concluir que el esfuerzo al corte aumenta a medida que aumenta el número de cortes en cada hoja de bisturí.

De igual manera se afirma también que después del primer corte la deformación de las hojas de bisturí aumenta, expresado esto en términos cualitativos al

momento de comparar visualmente las fotografías de antes y después.

Después de realizar el análisis fotográfico con el programa ImageJ donde se midió el área de la parte activa mediante las fotografías del antes y después, se concluye que la disminución en dicha área fotografiada del bisturí está relacionada directamente con el número de cortes realizados por cada cuchilla.

REFERENCIAS

1. Illana-Esteban E. Cutting and incision tools: the scalpel: blades. *Rev Enferm*. 2006; 29 (11): 61-62.
2. Cervantes-Sánchez CR, Cu-Zetina C, Serrano-Rico E, Rojero-Vallejo J, Lazos-Ochoa M, Gutiérrez-Vega R. Incisión cutánea: bisturí vs electrocauterio. Estudio experimental en ratas. *Rev Med Hosp Gen Mex*. 2002; 65 (1): 11-14.
3. Carter TJ, Sermesant M, Cash DM, Barratt DC, Tanner C, Hawkes DJ. Application of soft tissue modelling to image-guided surgery. *Med Eng Phys*. 2005; 27 (10): 893-909.
4. Molinari E, Fato M, De Leo G, Riccardo D, Beltrame F. Simulation of the biomechanical behavior of the skin in virtual surgical applications by finite element method. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2005; 52 (9): 1514-1521.
5. Chanthasopeephan T, Desai JP, Lau AC. Study of soft tissue cutting forces and cutting speeds. *Stud Health Technol Inform*. 2004; 98: 56-62.
6. Hoskins PR. Physical properties of tissues relevant to arterial ultrasound imaging and blood velocity measurement. *Ultrasound Med Biol*. 2007; 33 (10): 1527-1539.
7. Hussne RP, Braga LC, Berbert FL, Bueno VT, Bahia MG. Flexibility and torsional resistance of three nickel-titanium retreatment instrument systems. *Int Endod J*. 2011; 44 (8): 731-738.
8. Fukushima A, Tomita T. Image analyses of the kinetic changes of conjunctival hyperemia in histamine-induced conjunctivitis in Guinea pigs. *Cornea*. 2009; 28 (6): 694-698.
9. Malik AM, Bajwa R. Initial tissue response after partial glossectomy by 3 Watt, 6 Watt CO2 laser and scalpel. *Ann King Edward Med Uni*. 2011; 17 (2): 187-195.
10. Sinha UK, Gallagher LA. Effects of steel scalpel, ultrasonic scalpel, CO2 laser, and monopolar and bipolar electrosurgery on wound healing in guinea pig oral mucosa. *Laryngoscope*. 2003; 113 (2): 228-236.
11. Ryu SW, Lee SH, Yoon HJ. A comparative histological and immunohistochemical study of wound healing following incision with a scalpel, CO2 laser or Er,Cr:YSGG laser in the guinea pig oral mucosa. *Acta Odontol Scand*. 2012; 70 (6): 448-454.
12. Leong S, Coffey JC, Hill AD. Hepatic resection for colorectal metastases. Value for risk scoring systems? *Ann Surg*. 2008; 247 (4): 720.

Dirección para correspondencia:
Antonio Díaz Caballero
E-mail: adiazc1@unicartagena.edu.co