

**VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA POR ELECTROBISTURÍ MEDIANTE
SIMULACIÓN *EX VIVO***

INFORME DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGADORES PRINCIPALES
ANTONIO JOSE DIAZ CABALLERO
JOSE MARIA BUSTILLO ARRIETA

COINVESTIGADORES
OTTO JAVIER DURAN HERRERA.
GABRIEL JOSE DIAZ RICARDO.

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2016

**VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA POR ELECTROBISTURÍ MEDIANTE
SIMULACIÓN *EX VIVO***

INVESTIGADORES PRINCIPALES

ANTONIO JOSE DIAZ CABALLERO

JOSE MARIA BUSTILLO ARRIETA

COINVESTIGADORES

OTTO JAVIER DURAN HERRERA.

GABRIEL JOSE DIAZ RICARDO.

Investigadores:

Antonio José Díaz Caballero

Odontólogo Universidad de Cartagena. Especialista en periodoncia Universidad Javeriana, magister en educación Universidad del Norte, doctorado en ciencias biomédicas Universidad de Cartagena, Profesor Universidad de Cartagena.
Director Grupo GITOUC.

José María Bustillo Arrieta

Odontólogo Universidad de Cartagena. Especialista en ortodoncia Universidad de Sao Paulo. Maestría en estadística aplicada Universidad del Norte.

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION**

CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.

2016

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. P. Warshawsky, por su colaboración durante la ejecución de la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	7
1. Introducción.....	9
2. Planteamiento del problema.....	11
3. Justificación.....	12
4. Objetivos generales.....	13
4.1 objetivos específicos.....	13
5. Marco teórico.....	14
5.1. Tipos de onda eléctrica generadas por electro bisturí.....	18
5.2. Técnicas electro quirúrgicas.....	19
5.3. Indicaciones y contraindicaciones del electro bisturí.....	21
5.4. Cicatrización en electrocirugía.....	22
6. Metodología propuesta.....	24
6.1. Diseño del estudio.....	24
6.2. Recolección de la muestra.....	24
6.3. Análisis estadísticos.....	25
7. Resultados.....	26
8. Discusión.....	31
9. Conclusiones.....	37
10. Recomendaciones.....	38
11. Bibliografía.....	39
12. Anexos.....	46

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

1. Figura 1: instrumental.....	24
2. Tabla 1: temperaturas registradas.....	26
3. Tabla 2: pruebas inter-sujeto.....	27
4. Tabla 3: comparaciones múltiples (modalidades).....	27
5. Grafico 1: grafica probabilidad normalidad de temperatura.....	28
6. Tabla 4: comparaciones múltiples (tiempo).....	29
7. Grafico 2: medidas marginales estimadas de temperatura.....	30

LISTA DE ANEXOS

1. Figura 2: unidad de muestra: pechuga de pollo.....	46
2. Figura 3: electro bisturí Bonart® ART-E1.....	46
3. Figura 4: termometro digital Lutrón® TM902.....	47
4. Figura 5: incisiones con electro bisturí y electrodo tipo T4.....	47
5. Figura 6: registro de la temperatura posterior al corte.....	48

RESUMEN

El electro bisturí es uno de varios instrumentos que existen en el campo de la odontología, utilizado para seccionar tejidos blandos de la cavidad oral. Este instrumento se comenzó a implementar desde hace más de medio siglo, debido a la alta demanda de cirugías mínimamente invasivas. Para su funcionamiento se utiliza el calor generado por el paso de una corriente de radiofrecuencia a través de los tejidos del cuerpo para lograr un efecto quirúrgico controlable. Con este trabajo investigativo, se busca evaluar y comparar los cambios de temperaturas generados por el electrobisturí sobre un modelo de simulación *ex vivo* en las diferentes modalidades de corte, coagulación 1 y coagulación 2, y a los 10, 20 y 30 segundos de exposición.

Para lograr lo propuesto, se empleó un modelo de músculo de origen aviar, sobre el cual se aplicó el instrumento, con intervalos de tiempo establecidos, en sus diferentes modalidades. La temperatura fue medida con un termómetro digital, registrando las mediciones previa y posterior a la aplicación del instrumento. Todos los datos fueron organizados y depurados en Microsoft Excel, luego analizados e interpretados en el programa estadístico SPSS v 22 IBM. Los datos fueron sometidos al test Kolmogorov-Smirnov y pruebas post hoc de HSD Tukey, Scheffe y Bonferroni. El análisis inferencial fue concebido como un análisis de experimentos del tipo bloques aleatorizados con un nivel de confianza de $p < 0,05$.

Los resultados demuestran las variaciones de la temperatura ocurridas en los tejidos blandos. En todas las pruebas realizadas, resulto estadísticamente significativo la comparación de las modalidades de corte con coagulación 1 y coagulación 2, siendo en ambos casos el corte más significativo. Por otro lado no resulto significativa la comparación entre coagulación 1 y 2 en ninguna de las pruebas. Al realizar las mismas comparaciones con la variable tiempo, se obtuvo significancia estadística en todas las pruebas.

Se concluye que existe un incremento constante de las temperaturas tisulares inherente al uso del electro bisturí. Los tejidos expuestos a electrocirugía sufren variaciones térmicas importantes en un corto lapso de tiempo y dichos cambios dependen tanto de la modalidad de uso, como del tiempo de exposición, ya que las variables presentan una relación directamente proporcional con la temperatura tisular.

PALABRAS CLAVES: Electrocirugía, quemaduras por electricidad, temperatura máxima (Decs Bireme).

1. INTRODUCCION

El concepto de electrocirugía ha sido tema de controversia desde el momento de su invención. Para algunos autores¹ “electrocirugía” es indicativo del instrumento o unidad electro quirúrgica y no representa la técnica como tal. Por esta razón prefieren el término “radiocirugía” ya que es más específico y descriptivo para la técnica en cuestión.

No fue sino hasta 1923, cuando el Dr. George Wyeth utilizó por primera vez la electro cirugía para realizar cortes sobre tejidos orgánicos, nombrando a la “nueva técnica”, endotermia electrotérmica. Tres años más tarde, el reconocido neurocirujano Harvey Cushing, interesado por la técnica comenzó a aplicarla no solo para cortar tejidos blandos sino también para controlar el sangrado en sus cirugías².

La electrocirugía fue incluida a la odontología hace más de medio siglo, inicialmente para remover y reacomodar tejidos orales, pero durante el paso de los años fue siendo implementado en la mayoría de las especialidades odontológicas. La implementación del electro bisturí ha declinado en los últimos años debido a la introducción de nuevas tecnologías como el láser. El desuso también está relacionado a los múltiples casos donde reportan inconvenientes con la curación de las heridas electro quirúrgicas³.

¹HOHENSTEIN-KRAUSE Udo. Electrosurgery: Fundamental Requirements for Successful Use (I). Quintessence International. Nov1983, Vol. 14 Issue 11, p1115-1124. 10p.

²POLLACK Sheldon V. Dermatology Third Ed. Publicado January 1, 2012. Págs 2303-2311.

³GNANASEKHAR David, AL-DUWAIRI Yousef. Electrosurgery in dentistry. Quintessence International. Oct1998, Vol. 29 Issue 10, p649-654. 6p.

Esta investigación presenta relevancia tanto en los campos de la cirugía oral y maxilofacial como en los de cirugía periodontal, siendo de mucha utilidad al instruir y aconsejar a los diferentes profesionales y especialistas que recién comienzan a implementar el área de la electrocirugía. Con esto se pretende corregir y hacer notar los errores comunes que pueden ocurrir durante la práctica odontológica, si no se hace un manejo adecuado del instrumental de corriente alterna de alta frecuencia.

Como objetivo, se planteó evaluar y comparar los cambios de temperaturas generados por el electrobisturí sobre un modelo de simulación *ex vivo* en las diferentes modalidades de corte, coagulación 1 y coagulación 2, y a los 10, 20 y 30 segundos. Se utilizó musculo de pollo como modelo capaz de simular los tejidos blandos y registrándose las temperaturas iniciales y finales con un termómetro digital. Los datos fueron depurados en Microsoft Excel y luego analizados e interpretados en el programa estadístico SPSS v 22 IBM.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los profesionales odontológicos, especialmente los encargados de las labores quirúrgicas, siempre han intentado buscar diversas alternativas para realizar los procedimientos en el menor tiempo posible, reduciendo a su vez el trauma y posibles complicaciones que vienen implícitas con cualquier cirugía. Una de las tantas soluciones es la implementación de corrientes eléctricas, para seccionar y/o coagular tejidos blandos en la cavidad oral, también conocida como electro cirugía. En los últimos años los investigadores han buscado mejorar el instrumental electro quirúrgico al implementar circuitos electrónicos más sofisticados para transmitir correcta e intencionalmente corrientes de alta frecuencia a través de los tejidos del cuerpo logrando el efecto quirúrgico deseado⁴.

A pesar de los beneficios que conlleva, también acarrea consecuencias debido al uso indiscriminado de la técnica, como por ejemplo el cambio térmico del tejido, desnaturalización proteica y la destrucción tisular, la cual se asume que está ligada a la vaporización causada por el calor infringido. Al analizar el contexto evaluado, surgió las siguientes incógnitas: ¿Qué temperatura puede alcanzar un tejido orgánico durante la manipulación de instrumental de corriente eléctrica alterna de alta frecuencia, como el electro bisturí, durante procedimientos quirúrgicos? ¿Son estos cambios térmicos influidos por el tiempo y modalidades del electro bisturí?

⁴KREJCI Robert, KAIKWARF Kenneth, KRAUSE-HOHETISTEIN Udo. Electrosurgery - a biological approach. J Clin Periodontol 1987; 14; 557-563.

3. JUSTIFICACIÓN

Dentro de la odontología moderna existen diferentes métodos para realizar procedimientos quirúrgicos que involucren tejidos blandos, siendo uno de estos el uso de bisturí eléctrico en cualquiera de sus modalidades: corte, coagulación 1 o 2. Sin importar la modalidad, este instrumental tiene la capacidad de liberar energía en forma de calor, que puede generar molestias al paciente y complicaciones durante el acto quirúrgico o posterior al mismo. Actualmente, los investigadores, buscan nuevos instrumentos con menor margen de temperatura en un esfuerzo por reducir tanto el tiempo de funcionamiento, como las posibles complicaciones.

El estudio fue desarrollado para intentar llenar el vacío que existía acerca de la influencia que ejercen el tiempo y modalidades del electro bisturí, sobre los incrementos térmicos ocasionados a los tejidos blandos mientras es utilizado el instrumental de electro cirugía en procedimientos quirúrgicos.

4. OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar los cambios de temperaturas generados por el electrobisturí sobre un modelo de simulación *ex vivo*.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los cambios de temperaturas generados por el electro bisturí en las diferentes modalidades de corte, coagulación 1 y coagulación 2.
- Comparar los cambios de temperatura generados por el electrobisturí en las diferentes modalidades de corte, coagulación 1 y coagulación 2.
- Determinar los cambios de temperatura generados por el uso de electro bisturí, a los 10, 20 y 30 segundo de exposición al electrodo.
- Comparar los cambios de temperatura generados por el uso de electrobisturí a los 10, 20 y 30 segundos de exposición al electrodo.

5. MARCO TEÓRICO

En el área de cirugía oral existen tres métodos para cortar el tejido blando oral, implementando diferentes herramientas como el bisturí, electro bisturí y láser. Cada uno de estos métodos difiere desde el punto de vista de hemostasia, tiempo de cicatrización, precio del instrumental, anchura de la incisión, anestesia requerida y características desagradables para el paciente como la producción de humo, olor a carne quemada y sabor indeseable. El electro bisturí se ha utilizado por más de medio siglo debido a la alta demanda de cirugías mínimamente invasivas. Inicialmente utilizaba un electrodo grande con el fin de evitar la concentración de la corriente eléctrica y consigo las quemaduras en los tejidos debido a la temperatura generada⁵.

La electrocirugía es definida como la transmisión intencional de corrientes de alta frecuencia, a través de los tejidos del cuerpo para lograr un efecto quirúrgico controlable⁶. Este procedimiento utiliza el calor generado por el paso de una corriente de radiofrecuencia que consiste en una serie de fases físicas: eléctrica, térmica y estructural; por otro lado, el mecanismo biofísico permanece en investigación⁷.

⁵SINGH Virendra, KUMAR Pramod. Modified microdissection electrocautery needle. Natl J Maxillofac Surg 2014;5:243-4.

⁶VIEYRA Nancy, CARRILLO Carlos. Conceptos básicos de la electrocirugía en odontología restauradora. Revista ADM 2001; LVIII(6):206-219.

⁷KURODA Yoshiro, TANAKA Shota, IMURA Masataka, OSHIRO Osamu. Electrical-thermal-structural coupling simulation for electrosurgery simulators. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2011; 2011:322-325.

Una corriente se mide como el flujo de electrones transmitidos durante un determinado período de tiempo; el voltaje es la fuerza que impulsa esa corriente en contra de la resistencia del circuito. En electrocirugía, el voltaje es proporcionado por el generador y la corriente es llevada a los tejidos a través de la punta del instrumento la cual consta de un electrodo. Cuanto mayor sea la resistencia inherente, mayor es la tensión necesaria para que la corriente pase, además, como los tejidos más superficiales se cauterizan y deshidratan, se convierten en menores conductores eléctricos, aumentando su resistencia y requiriendo cantidades más altas de tensión para que la corriente penetre en los tejidos subyacentes⁸.

Los generadores electro-quirúrgicos pueden aplicar energía de forma monopolar o bipolar. La entrega monopolar de energía al tejido requiere que la intensidad de del generador pase desde el electrodo activo al paciente y luego salga del cuerpo a través de una almohadilla de electrodo dispersivo conectado al generador cuyo objetivo es cerrar el circuito. La transmisión de la energía bipolar no requiere una almohadilla de electrodo de retorno porque tanto el electrodo activo como el electrodo de retorno se integran en las pinzas de entrega de energía para completar el circuito. La salida de corriente de los generadores electro-quirúrgicos puede ser modulada para entregar diferentes formas de onda para el tejido, en función del modo. A medida que se cambia el modo de salida de la corriente así mismo cambiarán los efectos sobre el tejido. En un sentido general, los generadores entregan la energía de dos formas: continua e interrumpida⁹. El modo de salida de corriente continua o "corte" entrega energía electro quirúrgica como

⁸ASGE Technology Committee. Electrosurgical generators. Gastrointestinal endoscopy 2013: volume 78, no. 2: 0016-5107.

⁹BRILL Andrew. Electrosurgery: Principles and Practice to Reduce Risk and Maximize Efficacy. Obstet Gynecol Clin N Am 38 2011. 687–702.

una forma de onda sinusoidal continua. El modo interrumpido de corriente se conoce como el modo de coagulación. En este modo, el tiempo que el tejido se expone a la corriente se reduce de manera significativa a aproximadamente 6% del tiempo en comparación al modo de "corte" continuo. Para ofrecer la misma cantidad de energía en el modo interrumpido que el modo continuo, el voltaje de salida es más alto. Los generadores modernos ofrecen una combinación de las modalidades nombradas anteriormente, mezclando el grado de interrupción de la corriente para lograr grados variables de corte y así mismo hemostasia.

El uso principal del electro bisturí es el corte o modo continuo, seguido por la coagulación o corriente interrumpida. Esta técnica no solo afecta la parte de la incisión sino que el área a su alrededor es sometida a cambios térmicos. Este hecho puede conllevar a un retraso en la cicatrización de la herida, disminución del flujo sanguíneo y daño de los nervios sensoriales y otras estructuras vitales periféricas. Debido a estas razones es importante ser cuidadosos en el procedimiento y prevenir los incrementos excesivos en la temperatura para así generar una propagación mínima de la temperatura en los tejidos circundantes¹⁰. Entre las consecuencias del cambio térmico del tejido se resaltan, la desnaturalización de proteínas y la destrucción del tejido, el cual se asume que está causado por la vaporización celular¹¹.

¹⁰CANAL Luis, RODRÍGUEZ Marcos, LÓPEZ Adelaido, PACHECO Moisés. SÁNCHEZ Dolores. Valoración histológica del daño tisular ocasionado por diferentes medios de cortes en piel de conejo. Rev Sanid Milit Mex 2007; 61(3): 162-169.

¹¹MILLAR Brian, LOUCA Christos, DAVIES Brian. Effect of Electrosurgery and Laser Gingivoplasty on the Temperature of Pulp, Bone, and Gingivae In Vitro. J Oral Laser Applications: 2006; 6: 259-263.

El conocimiento y manejo de los efectos del calentamiento producido por el uso de altas corrientes, en tejido blando, es fundamental para la obtención de resultados deseados aprovechando las funciones del instrumento electro-quirúrgico, teniendo en cuenta la velocidad a la cual se calientan los tejidos.

Al aplicar una corriente al tejido, el rápido movimiento de los electrones a través del citoplasma celular causa un incremento de la temperatura intracelular, esta temperatura también es conocida como calor lateral. Actualmente existen diversas publicaciones sobre la electrocirugía que demuestran que no todas las consecuencias de la aplicación de corrientes de alta frecuencia, en tejido blando, son irreversibles. Estas secuelas dependen de la temperatura a la que es sometido el tejido y a la cantidad de calor lateral transferido a los mismos. Si la temperatura se eleva hasta 42°C en un tejido en reposo se pueden generar cambios reversibles en el tejido, pero estos solo podrían ser evaluados por medios químicos. Con temperaturas superiores a 49°C, se observaran cambios irreversibles en el tejido, entre los cuales se destaca la desnaturalización celular perdiendo su integridad estructural. Se da a esta temperatura la coagulación blanca, es decir, coagulación de las proteínas contenidas en las células, sin embargo dicho proceso no afecta la forma del tejido¹².

Cuando el tejido blando es sometido a temperatura de 70°C, empieza el proceso de coagulación, si continua incrementándose y alcanza los 100°C ocurre la disecación celular, la cual consiste en la deshidratación de los tejidos que tienen

¹²CARLANDER Johan, KOCH C., BRUDIN L., NORDBORG C., GIMM O., JOHANSSON H. Heat production, Nerve Function, and Morphology following Nerve Close Dissection with Surgical Instruments. World J Surg 2012. 36:1361 – 1367.

contacto directo con el electrodo¹³. Al seguir aplicando corriente al tejido, se produce desintegración de los componentes celulares, como por ejemplo oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y otros elementos incluyendo el carbón y cuando se llega a los 200°C se reducen el resto de componentes sólidos, dando lugar a un fenómeno conocido como carbonización o coagulación negra. En cuestión de microsegundos pueden alcanzarse temperaturas de hasta 500°C, dando lugar a la vaporización celular debido a la ruptura física de la célula por los líquidos que se evaporaron. La secuencia de estos eventos es tan intensa y rápida que las células vecinas casi no se afectan. En la electrocirugía se desea llegar a la coagulación blanca, es decir, el punto de desecación que es el nivel óptimo de la coagulación, esto la convierte en el objetivo terapéutico para lograr la hemostasia¹⁴.

A pesar de que la electricidad ofrece una extensa gama de ventajas en el campo quirúrgico y es ampliamente usada y efectiva, no está exenta de complicaciones. Muchas de las dificultades que implica el uso de la electrocirugía dependen del buen manejo del operador.

5.1. TIPOS DE ONDA ELÉCTRICA GENERADAS POR EL ELECTROBISTURÍ

Todos los equipos de electrocirugía generan una onda oscilatoria, de las cuales existen dos tipos: ondas seno amortiguadas y las ondas seno puras. Las amortiguadas o damped, son ondas que ocurren como un grupo de oscilaciones, la primera oscilación presenta la máxima amplitud seguida de un tren de pequeñas

¹³SANKARANARAYANAN Ganesh., RESAPU Rajeswara., JONES Daniel, SCHWAITZBERG Steven, DE Suvranu. Common uses and cited complications of energy in surgery. Surg Endosc 2013 27:3056–3072.

¹⁴PANTELIĆ Milos, LJIKAR Jelena, DEVEČERSKI Gordana, KARADŽIĆ Jelena. Energy systems in surgery. Med Pregl 2015; LXVIII 11-12: 395-399.

ondas. Este tipo de onda tiene un amplio efecto en el tejido vivo, resultando en una excesiva generación de calor y coagulación. Entre mayor sea el amortiguamiento de la onda, mayor será la hemostasis generada. Por otro lado las Onda no amortiguadas o undamped, es una onda pura, balanceada y simétrica, donde la amplitud en todas las oscilaciones es homogénea. Una onda de este tipo produce un efecto localizado en el tejido. Esto produce la separación del tejido con mínima coagulación, ya que produce muy poco daño tisular. Existe un tercer tipo que mezcla los dos tipos anteriores de ondas. Esta es la onda utilizada durante la modalidad de corte/coagulación. La combinación de ambas formas de onda permite cortar los tejidos blandos mientras se va generando una correcta hemostasia y un mínimo daño tisular^{15, 16}.

5.2. TÉCNICAS ELECTROQUIRÚRGICAS

- A. Electro cauterización: hace referencia a la aplicación de un “metal” caliente directamente sobre los tejidos blandos. La unidad de electro bisturí utiliza corriente directa (frecuencia entre 300 kHz y 1,6 MHz) de bajo voltaje (5 V) y alto amperaje (15 A), haciendo que el electrodo se caliente debido a la resistencia que ejerce al paso de la corriente eléctrica. El calor se aplica directamente por contacto al tejido¹⁷.

¹⁵PISANO Peter Jr., MAZZOLA Joseph, TASSIOPOULOS Apostolos, ROMANOS Georgios. Electrosurgery and ultrasonics on patients with implantable cardiac devices: Evidence of side effects in the dental practice. Quintessence Int 2016; 47:151–160.

¹⁶MASSARWEH N., COSGRIFF N., DOUGLAS S. Electrosurgery: History, principles, and current and future uses. J Am Coll Surg. 2006; 202(3):520-30.

¹⁷EINARSSON JI, GOULD J, SANFEY H, FALCONE T, COLLINS KA. Overview Electrosurgery. 2012. Disponible en: www.uptodate.com

- B. Electrólisis: proceso de destrucción de tejidos debido a la acción de la corriente eléctrica directa. Durante la lisis, se trata de aprovechar el efecto químico de la corriente, en lugar del calor producido por la misma, lo que crea la cauterización química del ácido clorhídrico, coagulación de las proteínas tisulares y liberación de oxígeno¹⁸.
- C. Electro sección o corte: difiere de las otras técnicas electro quirúrgicas, ya que utiliza un corriente con ondas puras. Durante este procedimiento se debe aplicar un electrodo de contacto en los tejidos, mientras la unidad de electro cirugía genera una onda de alta frecuencia por encima de 350 kHz. Obteniendo así una diferencia de potencial suficiente para suministrar la energía necesaria y crear el corte quirúrgico. Dicho corte es similar al formado por el bisturí convencional, pero con menos sangrado¹⁹.
- D. Electro fulguración: se refiere al uso del electro bisturí para detener sangrado de áreas amplias, minimiza el tiempo de sangrado y pérdida total de sangre. El electrodo se coloca lo suficientemente alejando como para producir una chispa sin tocar el tejido. La cantidad de calor producido varía dependiendo de la potencia seleccionada, pero la piel usualmente no se afecta debido a la carbonización de la epidermis que forma una barrera aislante. Este se considera un procedimiento mono terminal, ya que no se usa la placa de tierra. En esta técnica se aplica una corriente eléctrica de

¹⁸ALKATOUT I, SCHOLLMAYER T, HAWALDAR NA, SHARMA N, METTLER L. Principles and safety measures of electrosurgery in laparoscopy. JSLS. 2012;16:130-9.

¹⁹MUNRO Malcolm. Fundamentals of Electrosurgery Part I: Principles of Radiofrequency Energy for surgery. In: Feldman LS, et al. The SAGES Manual on the Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE). New York: Springer; 2012. p. 15-60.

alto voltaje debido que el paciente no hace parte del circuito; y un bajo amperaje para producir menos calor y destrucción tisular²⁰.

- E. Electro desecación: es la destrucción superficial de tejidos, por deshidratación. A diferencia de la electro fulguración, el electrodo está en contacto con el tejido y no se producen chispas. La punta del electrodo se mueve o inserta suavemente en la superficie de la lesión, permitiendo una penetración profunda de la corriente eléctrica. Como resultado, el tejido tratado se retrae y puede retirarse con una gasa o una cureta²¹.
- F. Electrocoagulación: produce la desnaturalización de las proteínas (coagulación blanca) al aplicar una corriente eléctrica de bajo voltaje (1.500 V) y de alto amperaje, produciendo más calor que la electro desecación y con mayor efecto destructivo, ya que penetra más en el tejido²².

5.3. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL ELECTROBISTURI:

Entre los usos odontológicos más comunes de la unidad electro quirúrgico, encontramos:

²⁰ALLEN Brian, JONES Daniel., SCHWAITZBERG Steven., DE Suvaranu. Survey-based analysis of fundamental tasks for effective use of electrosurgical instruments. Surg Endosc 2014. 28:1166–1172.

²¹REY J, BEILENHOF U, NEUMANN C, et al. European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline: the use of electrosurgical units. Endoscopy 2010; 42:764-72.

²²MORRIS M, NORTON I. Electrosurgery in Therapeutic Endoscopy. Ginsberg GG, Kochman ML, Norton ID, et al, editors. Clinical gastrointestinal endoscopy. 2nd ed. St. Louis (Mo): Saunders/Elsevier; 2011. p. 69-77.

- Alargamiento coronal.
- Gingivectomias y gingivoplastias.
- Cirugías de tejidos blandos como frenectomías.
- Operculectomias.
- Incisión y drenaje de abscesos.
- Hemostasia.
- Biopsias incisionales y excisionales.
- Reducción de bolsas periodontales.

El uso de este instrumental monopolar, debe restringirse en casos de procedimientos que involucren proximidad a estructuras óseas y/o pacientes a quienes se haya implantado marcapasos. Se han reportado casos de mal función de dichos aparatos debido al incorrecto direccionamiento de las corrientes eléctricas, induciendo a la alteración del ritmo cardiaco debido al inapropiado funcionamiento y reprogramación de los dispositivos cardiacos^{23, 24}.

5.4. CICATRIZACIÓN EN ELECTROCIRUGÍA

Uno de los aspectos con mayor prioridad a la hora de realizar una intervención quirúrgica es la cicatrización de heridas. Diversos autores argumentan que al realizar incisiones con electro bisturí, se alteran los Mastocitos que se encuentran especialmente en la dermis y lamina propia de tejidos superficiales. La evidencia histológica revela que estas células contribuyen en gran parte en los eventos de

²³BAEG Myong, KIM Sang-Woo, KO Sun-Hye, LEE Yoon Bum, HWANG Seawon, LEE Bong-Woo, et al. Endoscopic Electrosurgery in Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices. Clin Endosc 2016; 49:176-181.

²⁴GARCÍA B., RODRIGUEZ J., CASADO R., VANACLOCHA F. Electrocirugía y dispositivos electrónicos cardiacos implantables (marcapasos y desfibriladores). Actas Dermosifiliogr. 2013;104(2):128---132.

curación de las heridas²⁵ y sugieren que al utilizar las diferentes técnicas quirúrgicas (electro bisturí, bisturí convencional y laser), en ningún caso existen alteraciones en los procesos de cicatrización ya que no hay cambios en las concentraciones de mastocitos alrededor de las incisiones²⁶.

Por otro lado, pueden existir respuestas negativas en la curación de las incisiones realizadas por el electro bisturí. En su estudio, Divyashree P., Kumar S., Ravi K.²⁷ reportan un caso de necrosis alveolar y gingival posterior a un procedimiento donde se requirió electro bisturí. En este caso la recuperación fue desventajosa ya que hubo desnaturalización secundaria al exceso de calor acumulado durante el procedimiento quirúrgico. Comentan que existe una pérdida mayor del 70% de tejido luego del uso del electro bisturí pero que este se puede recuperar por completo en dos meses.

²⁵AZEVEDO Luciane, DE SOUSA Suzana., CORREA Luciana, EDUARDO Carlos, Z Aidan Maria, ROMANOS Georgios, et al. Mast cell concentration in the wound healing process of incisions made by different instruments. *Lasers Med Sci* 2009 24:585–590.

²⁶CANTARELLI Aline, BAUER Elaine, NICCOLI-FILHO Walter, FERNANDES Monica, GOULART Maria. Healing process after surgical treatment with scalpel, electrocautery and laser radiation: histomorphologic and histomorphometric analysis. *Lasers Med Sci* 2010. 25:93–100.

²⁷DIVYASHREE P., GUJJARI Sheela., RAVI K. A Case Report Of Gingival And Alveolar Bone Necrosis Following Gingivectomy By Electrosurgery. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2014, Issue:3, Vol.:6.

6. METODOLOGÍA PROPUESTA

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se considera un estudio ex vivo con la finalidad de evaluar los cambios térmicos sobre los tejidos blandos (mucosas, epitelios y tejido muscular) producidos por el uso de electro bisturí. Para esto se diseñó un modelo capaz de simular los tejidos blandos como encía y mucosa oral, tomada de músculo de origen aviar que fue previamente sacrificado y de venta libre en el comercio.

6.2. RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Sobre el modelo seleccionado, se realizaron por triplicado cortes a diferentes intensidades tal como vienen establecidas en el electro bisturí Bonart® ART-E1 70W. 1.7MHz de 1 a 10 como escala de intensidad y aplicadas en las tres modalidades de uso: corte, coagulación 1 y coagulación 2, empleando un electrodo tipo T4 específico para ese bisturí en diferentes intervalos de tiempo, 10, 20 y 30 segundos (figura 1). Todas las aplicaciones del equipo seleccionado fueron realizadas por un solo operador, que fue previamente evaluado y calibrado con un Kappa de 80.



Figura 1: instrumental. Termómetro digital industrial Lutrón® TM902, pechuga de pollo simulando tejidos blandos, electro bisturí Bonart® con electrodo T4.

La temperatura fue medida por un segundo operador mediante el empleo de un termómetro digital industrial Lutrón® TM902. Este equipo registró la temperatura ambiente la cual en promedio fue de 24°C, además de la temperatura inicial del punto sobre el modelo donde se realizaría cada corte y la temperatura final posterior al corte (Tabla 1).

6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos fueron organizados y depurados en Microsoft Excel 2010 para Windows, luego analizados e interpretados en el programa estadístico SPSS v 22 IBM. Los datos fueron sometidos al test Kolmogorov-Smirnov (sig. 2,00) donde se confirmó que estos se ajustan a una distribución normal. El análisis inferencial fue concebido como un análisis de experimentos del tipo bloques aleatorizados y un nivel de confianza de $p < 0,05$.

7. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación confirman un incremento de las temperaturas de los tejidos blandos al utilizar electro bisturí. En la tabla 1, se evidencia que durante el experimento, en la modalidad de corte y en el lapso de 10 segundos, existe una variación entre 24 y 34°C, por encima de la temperatura inicial del modelo. Si el tiempo de aplicación aumenta, la temperatura sufre un incremento directamente proporcional, obteniéndose así, temperaturas de hasta 47°C por encima de la temperatura inicial, mientras aplicaba el instrumento en modalidad de corte a 30 segundos. En las modalidades de coagulación 1 y 2, sucede el mismo fenómeno pero en menor proporción.

Tabla 1: temperaturas registradas.

	Corte						Coagulación 1						Coagulación 2					
	10 S		20 S		30 S		10 S		20 S		30 S		10 S		20 S		30 S	
	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.	T.I.	T.F.
1	22	55	23	63	23	64	21	37	21	48	22	51	19	38	19	48	19	52
2	22	46	23	61	23	67	22	36	21	43	21	51	20	44	20	38	20	50
3	22	50	23	54	23	61	22	34	22	38	22	54	20	39	20	36	20	55
4	23	50	23	61	22	63	22	34	21	47	22	58	19	36	19	45	20	42
5	23	56	23	58	23	63	22	32	21	48	22	56	20	40	20	37	20	45
6	22	53	22	54	23	61	22	34	22	41	22	52	20	45	19	49	21	54
7	22	46	22	57	23	59	22	39	21	43	21	48	20	35	19	41	20	49
8	23	54	23	64	23	68	22	37	22	39	22	52	21	38	21	41	20	49
9	23	54	24	66	24	69	20	31	22	40	22	60	20	41	20	43	19	51
10	21	53	22	57	24	71	21	36	21	47	22	56	21	44	20	44	20	50
11	22	53	23	67	23	70	21	48	21	47	22	58	19	45	18	46	20	42
12	23	57	23	63	24	61	21	39	22	52	22	57	19	43	18	48	20	46

Al analizar los datos del test Kolmogorov-Smirnov (sig. 2,00) se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2: pruebas inter-sujeto

Variable dependiente: Temperatura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	8060,426 ^a	4	2015,106	103,141	,000
Interceptación	264132,231	1	264132,231	13519,378	,000
Modalidades	5081,407	2	2540,704	130,044	,000
Tiempo	2979,019	2	1489,509	76,239	,000
Error	2012,343	103	19,537		
Total	274205,000	108			
Total corregido	10072,769	107			

R al cuadrado = ,800 (R al cuadrado ajustada = ,792)

De lo anterior se puede concluir que el modelo, constante y variables son significativos para el estudio, ya que siguen una distribución normal. La gráfica de probabilidad-normalidad no viola el supuesto de normalidad (ver gráfico 1). Posteriormente se realizaron pruebas post hoc (HSD Tukey, Scheffe y Bonferroni) para las modalidades y el tiempo, obteniéndose los siguientes resultados:

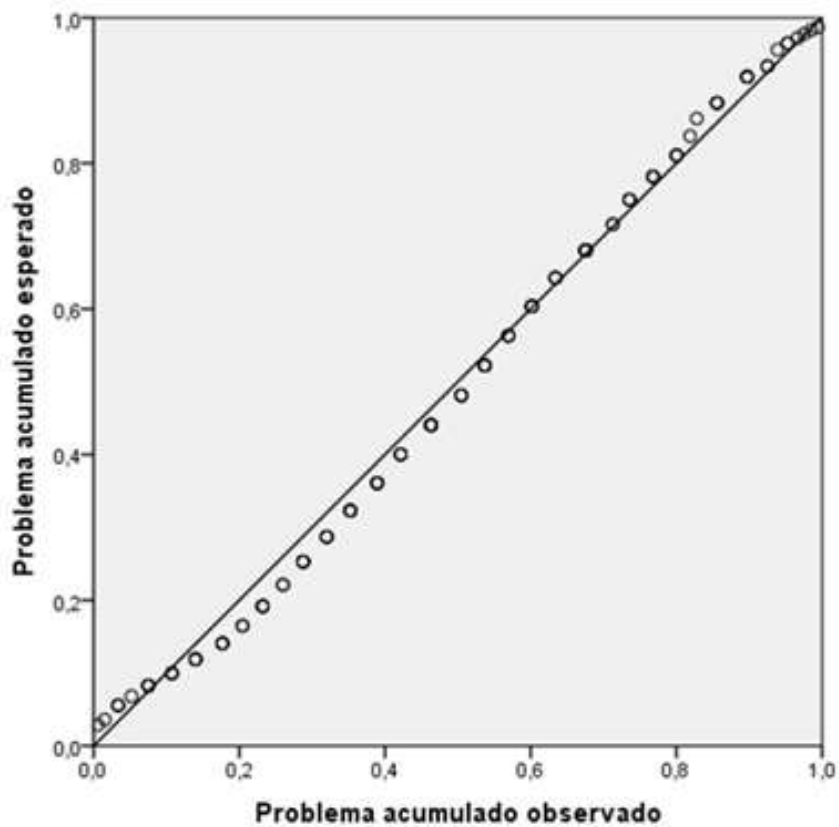
Tabla 3: Comparaciones múltiples (modalidades)

Variable dependiente: Temperatura

	(I) Modalidades	(J) Modalidades	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	corte	coagulación 1	14,0556 [*]	1,04183	,000
		coagulación 2	15,0000 [*]	1,04183	,000
	coagulación 1	corte	-14,0556 [*]	1,04183	,000
		coagulación 2	,9444	1,04183	,637
	coagulación 2	corte	-15,0000 [*]	1,04183	,000
		coagulación 1	-,9444	1,04183	,637
Scheffe	corte	coagulación 1	14,0556 [*]	1,04183	,000
		coagulación 2	15,0000 [*]	1,04183	,000

	coagulación 1	corte	-14,0556*	1,04183	,000
		coagulación 2	,9444	1,04183	,664
	coagulación 2	corte	-15,0000*	1,04183	,000
		coagulación 1	-,9444	1,04183	,664
Bonferroni	corte	coagulación 1	14,0556*	1,04183	,000
		coagulación 2	15,0000*	1,04183	,000
	coagulación 1	corte	-14,0556*	1,04183	,000
		coagulación 2	,9444	1,04183	1,000
	coagulación 2	corte	-15,0000*	1,04183	,000
		coagulación 1	-,9444	1,04183	1,000

Gráfico 1: gráfica probabilidad normalidad de temperatura.



En todas las pruebas antes realizadas, resulto estadísticamente significativo la comparación de las modalidades de corte con coagulación 1 ($p=0,000$) y coagulación 2 ($p=0,000$) respectivamente, siendo en ambos casos el tratamiento corte el más significativo por tener mayor media (59,13) en comparación con coagulación 1 media (45,08) y coagulación 2 media (44,13). No resultó significativa la comparación entre coagulación 1 y 2 en ninguna de las pruebas post hoc.

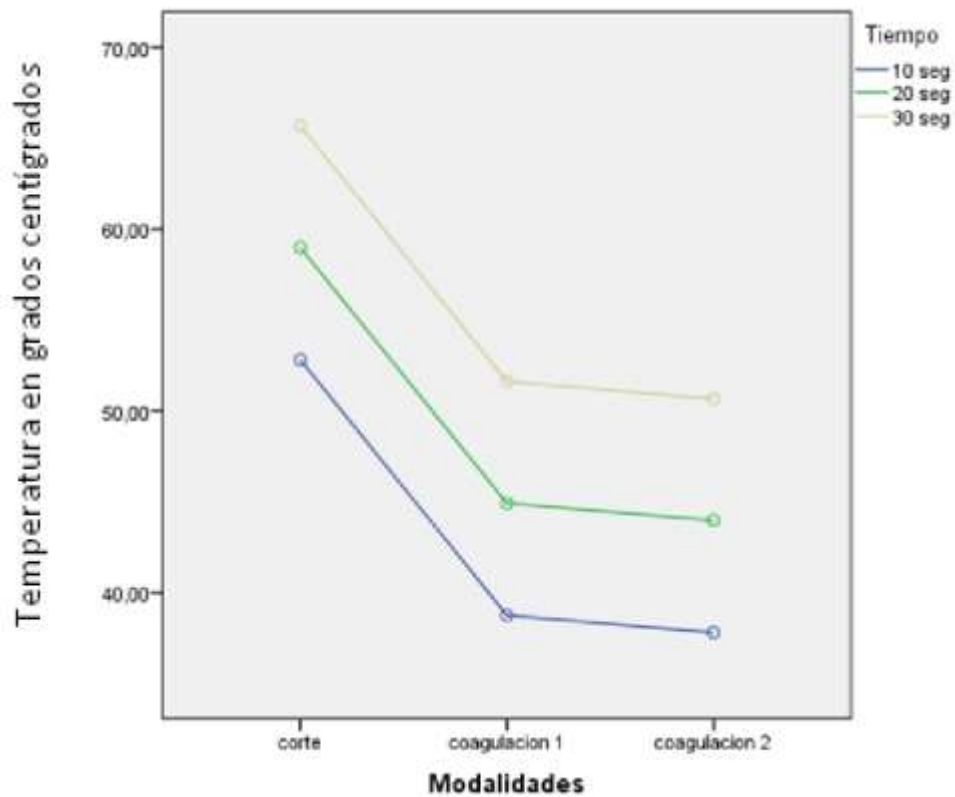
Tabla 4: Comparaciones múltiples (tiempo)

Variable dependiente: Temperatura

						Límite inferior
HSD Tukey	10 seg	20 seg	-6,1667*	1,04183	0,000	-8,6442
		30 seg	-12,8611*	1,04183	0,000	-15,3386
	20 seg	10 seg	6,1667*	1,04183	0,000	3,6891
		30 seg	-6,6944*	1,04183	0,000	-9,172
	30 seg	10 seg		(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)
		20 seg	6,6944*	1,04183	0,000	4,2169
Scheffe	10 seg	20 seg	-6,1667*	1,04183	0,000	-8,7543
		30 seg	-12,8611*	1,04183	0,000	-15,4488
	20 seg	10 seg	6,1667*	1,04183	0,000	3,579
		30 seg	-6,6944*	1,04183	0,000	-9,2821
	30 seg	10 seg	12,8611*	1,04183	0,000	10,2734
		20 seg	6,6944*	1,04183	0,000	4,1068
Bonferroni	10 seg	20 seg	-6,1667*	1,04183	0,000	-8,7022
		30 seg	-12,8611*	1,04183	0,000	-15,3966
	20 seg	10 seg	6,1667*	1,04183	0,000	3,6312
		30 seg	-6,6944*	1,04183	0,000	-9,2299
	30 seg	10 seg	12,8611*	1,04183	0,000	10,3256
		20 seg	6,6944*	1,04183	0,000	4,1589

Como puede observarse el factor tiempo resulto significativo estadísticamente en todas las posibles comparaciones. Todo lo anterior se puede apreciar claramente en la gráfica 2

Grafica 2: medidas marginales estimadas de temperatura.



8. DISCUSION

En el estudio se presentaron limitaciones al no evaluar los cambios visuales e histológicos ocurridos en los tejidos blandos durante las incisiones, por ejemplo, el color del tejido antes y después del corte electro quirúrgico o deformación macro y microscópica de los tejidos en respuesta al uso de corriente eléctrica. Pero se obtuvieron alcances importantes ya que al contrastar con los estudios realizados por Herrera Herrera A., Díaz Caballero A., Barrios García L. y Fang Mercado L.²⁸, donde evaluaron cambios histológicos en muestras de agrandamientos gingivales obtenidas a través de biopsias con electro bisturí, hallaron que un 77,8% de las muestras presentaron carbonización y coagulación del colágeno en los bordes de los tejidos durante el empleo del instrumental electro quirúrgico. Estos daños histológicos, están relacionados a incrementos excesivos de las temperaturas como los hallados, durante la aplicación del electro bisturí en la modalidad de corte.

Los resultados hallados en la investigación se complementan con los enunciados descritos por Yalamanchili P., Davanapelly P., Surapaneni, H²⁹, donde se describen incrementos extremos de la temperatura, de hasta 30°C, asociados a la activación de electrodos en encía de perro. Recalcando que dicha temperatura depende tanto del tipo de corriente aplicada como del tiempo de la activación, que en todos los casos fue un lapso de tiempo mayor al que se usaría clínicamente.

²⁸HERRERA Alejandra, DÍAZ Antonio, BARRIOS L., FANG Luis. Cambios histológicos en muestras de agrandamientos gingivales obtenidas a través de biopsias con electrobisturí y bisturí convencional. Av. Odontoestomatol 2012; 28 (3): 141-150.

²⁹YALAMANCHILI Pallavi, DAVANAPELLY Pavithra, SURAPANENI Hemchand. Electrosurgical applications in Dentistry. Sch. J. App. Med. Sci., 2013; 1(5):530-53.

Los hallazgos de Yalamanchili P. et al, también fueron reproducidos en el presente estudio. Durante la modalidad de corte y en cualquiera de los lapsos propuestos por la investigación, se pudieron alcanzar temperaturas de hasta 30°C. La modalidad de coagulación 1 y 2 presenta el mismo patrón de variación térmica, exceptuando por la activación, en cualquiera de estas modalidades, durante el lapso de 10 segundos. A su vez, Bashetty K., Nadig G. y Kapoor S³⁰, en su estudio, aceptan que la electro cirugía presenta limitaciones durante intervenciones en la cavidad oral, entre las que mencionan, la difusión incorrecta de la corriente eléctrica y altas temperaturas debido a la rápida oscilación de iones que crea fricción con los tejidos y convierte la energía eléctrica en energía térmica.

Este incremento gradual y desmesurado de las temperaturas también son reportadas por Navarro Meza M., González Baltazar R., Aldrete Rodríguez M., Carmona Navarro E., López Cardona M.³¹, en su estudio resaltan que el electrocauterio genera un recalentamiento de los tejidos blandos que ocasiona la combustión de los tejidos, produciendo gases tóxicos y carcinogénicos, los cuales también fueron observados en el presente estudio.

³⁰BASHETTY Kusum, NADIG Gururaj, KAPOOR Sandhya. Electrosurgery in aesthetic and restorative dentistry: A literature review and case reports. J Conserv Dent. 2009;12(4):139-144.

³¹NAVARRO Maria, GONZÁLEZ Raquel, ALDRETE Maria, CARMONA David, LÓPEZ Maria. Síntomas respiratorios causados por el uso del electrocauterio en médicos en formación quirúrgica de un hospital de México. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2013;30 (1):41-4.

Pant V. y Pandey S.³², compararon los resultados obtenidos de un caso de agrandamiento gingival grado III, intervenido con dos técnicas de tratamiento diferentes: electro cirugía y bisturí convencional. En este expresan su preferencia por la técnica con bisturí convencional, ya que el bisturí eléctrico genera quemaduras y humos con olores desagradables que hacen sentir incomodidad al paciente.

Por otro lado, Valdivia L.³³, reporta que las corrientes eléctricas generadas por las unidades electro quirúrgicas, son muy pequeñas para crear calentamientos importantes en los tejidos blandos y relaciona los incrementos de temperatura al entrenamiento inadecuado del cirujano u odontólogo. Lo cual niega la hipótesis del estudio pero corrobora la influencia que tiene la destreza del operador con los incrementos de la temperatura al momento de realizar las incisiones con el electro bisturí. Al igual que este último, Zhonghua L., Venkata A., Zhongqing H., Allen B. y Suvranu D.³⁴, aceptan que el calentamiento directo de los tejidos puede ser evitado por cirujanos expertos en técnicas electro quirúrgicas, minimizando así los efectos adversos no deseados.

³² PANT Vandana, PANDEY Suraj. A rare case report of grade III gingival enlargement associated with chronic periodontitis: Comparison of two treatment techniques. Natl J Maxillofac Surg. 2015; 6(1): 119–122.

³³VALDIVIA-BLONDET Luis. Electrocirugía. Dermatol PERU 2013; VOL 23(1).

³⁴LU Zhonghua, ARIKATLA Venkata, HAN Zhongqing., ALLEN Brian., DE Suvranu. A Physics-based Algorithm for Real-time Simulation of Electrosurgery Procedures in Minimally Invasive Surgery. Int J Med Robot. 2014 10(4): 495–504.

Girón E., Manzano D., Rivas W, Zaldaña D.³⁵, informan que el incremento de temperatura resultante del procedimiento quirúrgico es muy pequeño y que además es minimizado por la circulación sanguínea subyacente. Sin embargo, revelan la existencia de otros factores, no tomados en cuenta durante nuestro estudio, que pueden resultar en quemaduras por incrementos excesivos de la temperatura como los obtenidos en la presente investigación. Entre dichos factores cabe mencionar los siguientes: un electrodo demasiado pequeño para el tratamiento que se piensa aplicar, un electrodo que no mantenga un correcto contacto con los tejidos blandos o puntos de presión causados por irregularidades de la superficie del instrumento, concentrando el flujo de corriente y llevando al incremento excesivo de la temperatura.

En un estudio donde se comparó la incisión dérmica en la piel de ratas, creada con bisturí convencional y con electrocauterio, Cervantes C., Zenita C., Serrano E., Rojero J., Lazos M. y Gutiérrez R.³⁶, describen que la energía empleada por el electro cauterio causa necrosis y quemaduras de variable profundidad en el tejido, que de una u otra forma altera el proceso normal de cicatrización, disminuyendo la resistencia a la infección y comprometiendo la fuerza tensil de los tejidos. A pesar de los efectos no deseados, concluyen que el incremento de las temperaturas de los tejidos, permite la reducción del sangrado y adecuada hemostasia.

³⁵GIRÓN Ernesto, MANZANO David, RIVAS Walter, ZALDAÑA Diego. Valoración de tecnologías de uso en electrocirugía mediante la utilización de los estándares esenciales para el funcionamiento y seguridad de equipos biomédicos. ING-NOVACIÓN. No. 4 2012. Año 2, No. 4. pp. 9-32.

³⁶CERVANTES Carlos, ZENITA Cecilia, SERRANO Ernesto, ROJERO Javier, LAZOS Minerva, GUTIÉRREZ Rafael. Incisión cutánea: Bisturí vs electrocauterio. Estudio experimental en ratas. Rev. Med. Hospital General De Mexico S.S. Vol. 65, Núm. 1 2002 pp 11 – 14.

Al igual que los autores anteriores, Amat B., Esselmann A., Reichle G., Rohde H., Westhoff M. y Freitag L³⁷, reconocen los efectos beneficiosos de los incrementos controlados de temperatura ocasionados por el electro bisturí, para el tratamiento de las estenosis benignas traqueobronquiales. A nivel microscópico, la chispa de la corriente de alta frecuencia vaporiza el agua intracelular y desintegra las células, mientras que macroscópicamente se observa un corte limpio en los tejidos. Si no se tiene el debido cuidado con la temperatura generada, se puede caer por encima o por debajo del umbral terapéutico, donde ocurre una coagulación profunda, daño del riego sanguíneo, fibrosis, la cicatrización y el tejido de granulación y re-estenosis.

En otro estudio, la temperatura generada por el electrodo quirúrgico, es utilizada para provocar sellamiento de vasos sanguíneos en muestras de arterias carótidas obtenidas de cerdos. Los autores, Wyatt H., Richards R., Pullin R., Yang J., Blain EJ. y Evans SL.³⁸, explican que los dispositivos electro quirúrgicos funcionan pasando corriente alterna de alta frecuencia a través de los tejidos, causando el calentamiento del colágeno y otras proteínas celulares, ocasionando la contracción y desnaturalización celular. Estos eventos generan un fuerte sellamiento de los vasos sanguíneos. Las complicaciones ocurren si se calientan

³⁷AMAT Beatriz, ESSELMANN Albert, REICHLÉ Guenther, ROHDE Hans-Juergen, WESTHOFF Michael, FREITAG Lutz. Tratamiento endoscópico de las estenosis benignas traqueobronquiales tipo web-like con el bisturí endobronquial en combinación con un programa de corte optimizado. Arch Bronconeumol. 2012; 48(1):14–21.

³⁸WYATT Hayley, RICHARDS Rosie, PULLIN Rhys, YANG Jimmy, BLAIN Emma, EVANS Sam. Variation in electrosurgical vessel seal quality along the length of a porcine carotid artery. Proc IMechE Part H: J Engineering in Medicine 2016, Vol. 230(3) 169–174.

excesivamente cuando se aplica el instrumento durante un lapso de tiempo prolongado, dañando el tejido adyacente al sello y reduciendo la calidad del sellado vascular.

Toda la evidencia expuesta anteriormente apoya o contradice la aplicación del electro bisturí sobre los diferentes tejidos de la cavidad oral. Pero en su mayoría coinciden al aceptar el incremento real y progresivo de las temperaturas tisulares durante la implementación del instrumental de electro cirugía.

9. CONCLUSIONES

A la luz de todos los hallazgos obtenidos se concluye que existe un incremento constante de las temperaturas tisulares inherente al uso del electro bisturí. Los tejidos expuestos a electrocirugía sufren cambios térmicos importantes en un corto lapso de tiempo. Dichos cambios dependen de la modalidad de uso y tiempo de aplicación del instrumento, ya que las variables presentan una relación directamente proporcional con la temperatura tisular.

10.RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones, se recomienda no solo evaluar las variables de temperatura, tiempo y modalidad, sino incluir en la metodología otros cambios tisulares, como el color, transparencia del tejido, la dispersión térmica y demás cambios histológicos. Se recomienda utilizar una unidad de muestra capaz de simular fielmente los tejidos humanos intraorales como mandíbulas de cerdo para el modelo experimental *ex vivo*.

Para evitar daños irreversibles sobre los tejidos blandos se sugiere: programar la intensidad más baja del electro bisturí, mantener la superficie del tejido húmeda con solución salina, permitiendo la correcta dispersión del calor y reducir el tiempo de activación del electrodo en los tejidos a menos de 5 segundos. Además se sugiere un tiempo de reposo de entre 8 a 15 segundos para lograr que el tejido vuelva a su temperatura inicial después de cada corte realizado.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. HOHENSTEIN-KRAUSE Udo. Electrosurgery: Fundamental Requirements for Successful Use (I). Quintessence International. Nov1983, Vol. 14 Issue 11, p1115-1124. 10p.
2. POLLACK Sheldon V. Dermatology Third Ed. Publicado January 1, 2012. Págs 2303-2311.
3. GNANASEKHAR David, AL-DUWAIRI Yousef. Electrosurgery in dentistry. Quintessence International. Oct1998, Vol. 29 Issue 10, p649-654. 6p.
4. KREJCI Robert, KAIKWARF Kenneth, KRAUSE-HOHESTEIN Udo. Electrosurgery - a biological approach. J Clin Periodontol 1987; 14; 557-563.
5. SINGH Virendra, KUMAR Pramod. Modified microdissection electrocautery needle. Natl J Maxillofac Surg 2014;5:243-4.
6. VIEYRA Nancy, CARRILLO Carlos. Conceptos básicos de la electrocirugía en odontología restauradora. Revista ADM 2001; LVIII(6):206-219.
7. KURODA Yoshiro, TANAKA Shota, IMURA Masataka, OSHIRO Osamu. Electrical-thermal-structural coupling simulation for electrosurgery simulators. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2011; 2011:322-325.
8. ASGE Technology Committee. Electrosurgical generators. Gastrointestinal endoscopy 2013: volume 78, no. 2: 0016-5107.
9. BRILL Andrew. Electrosurgery: Principles and Practice to Reduce Risk and Maximize Efficacy. Obstet Gynecol Clin N Am 38 (2011) 687–702.
10. CANAL Luis, RODRÍGUEZ Marcos, LÓPEZ Adelaido, PACHECO Moisés. SÁNCHEZ Dolores. Valoración histológica del daño tisular ocasionado por diferentes medios de cortes en piel de conejo. Rev Sanid Milit Mex 2007; 61(3) May.-Jun: 162-169.

11. MILLAR Brian, LOUCA Christos, DAVIES Brian. Effect of Electrosurgery and Laser Gingivoplasty on the Temperature of Pulp, Bone, and Gingivae In Vitro. *J Oral Laser Applications*: 2006; 6: 259-263.
12. CARLANDER Johan, KOCH C., BRUDIN L., NORDBORG C., GIMM O., JOHANSSON H. Heat production, Nerve Function, and Morphology following Nerve Close Dissection with Surgical Instruments. *World J Surg* (2012) 36:1361–1367.
13. SANKARANARAYANAN Ganesh., RESAPU Rajeswara., JONES Daniel, SCHWAITZBERG Steven, DE Suvranu. Common uses and cited complications of energy in surgery. *Surg Endosc* (2013) 27:3056–3072.
14. PANTELIĆ Milos, LJIKAR Jelena, DEVEČERSKI Gordana, KARADŽIĆ Jelena. Energy systems in surgery. *Med Pregl* 2015; LXVIII (11-12): 395-399. novi sad: Noviembere – Diciebre.
15. PISANO Peter Jr., MAZZOLA Joseph, TASSIOPOULOS Apostolos, ROMANOS Georgios. Electrosurgery and ultrasonics on patients with implantable cardiac devices: Evidence of side effects in the dental practice. *Quintessence Int* 2016; 47:151–160.
16. MASSARWEH N., COSGRIFF N., DOUGLAS S. Electrosurgery: History, principles, and current and future uses. *J Am Coll Surg*. 2006;202(3):520-30.
17. EINARSSON JI, GOULD J, SANFEY H, FALCONE T, COLLINS KA. Overview Electrosurgery. 2012. Disponible en: www.uptodate.com
18. ALKATOUT I, SCHOLLMEYER T, HAWALDAR NA, SHARMA N, METTLER L. Principles and safety measures of electrosurgery in laparoscopy. *JLS*. 2012;16:130-9.
19. MUNRO Malcolm. Fundamentals of Electrosurgery Part I: Principles of Radiofrequency Energy for surgery. In: Feldman LS, et al. *The SAGES Manual on the Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE)*. New York: Springer; 2012. p. 15-60.

20. ALLEN Brian, JONES Daniel., SCHWAITZBERG Steven., DE Suvranu. Survey-based analysis of fundamental tasks for effective use of electro-surgical instruments. *Surg Endosc* (2014) 28:1166–1172.
21. REY J, BEILENHOFF U, NEUMANN C, et al. European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline: the use of electro-surgical units. *Endoscopy* 2010;42:764-72.
22. MORRIS M, NORTON I. *Electrosurgery in Therapeutic Endoscopy*. Ginsberg GG, Kochman ML, Norton ID, et al, editors. Clinical gastrointestinal endoscopy. 2nd ed. St. Louis (Mo): Saunders/Elsevier; 2011. p. 69-77.
23. BAEG Myong, KIM Sang-Woo, KO Sun-Hye, LEE Yoon Bum, HWANG Seawon, LEE Bong-Woo, et al. Endoscopic Electro-surgery in Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices. *Clin Endosc* 2016; 49:176-181.
24. GARCÍA B., RODRIGUEZ J., CASADO R., VANACLOCHA F. Electro-cirugía y dispositivos electrónicos cardiacos implantables (marcapasos y desfibriladores). *Actas Dermosifiliogr*. 2013;104(2):128---132.
25. AZEVEDO Luciane, DE SOUSA Suzana., CORREA Luciana, EDUARDO Carlos, ZAIDAN Maria, ROMANOS Georgios, et al. Mast cell concentration in the wound healing process of incisions made by different instruments. *Lasers Med Sci* (2009) 24:585–590.
26. CANTARELLI Aline, BAUER Elaine, NICCOLI-FILHO Walter, FERNANDES Monica, GOULART Maria. Healing process after surgical treatment with scalpel, electrocautery and laser radiation: histomorphologic and histomorphometric analysis. *Lasers Med Sci* (2010) 25:93–100.
27. DIVYASHREE P., GUJJARI Sheela., RAVI K. A Case Report Of Gingival And Alveolar Bone Necrosis Following Gingivectomy By Electro-surgery. *Indian Journal of Dental Sciences*. (September 2014, Issue:3, Vol.:6)

28. HERRERA Alejandra, DÍAZ Antonio, BARRIOS L., FANG Luis. Cambios histológicos en muestras de agrandamientos gingivales obtenidas a través de biopsias con electrobisturí y bisturí convencional. *Av. Odontoestomatol* 2012; 28 (3): 141-150.
29. YALAMANCHILI Pallavi, DAVANAPELLY Pavithra, SURAPANENI Hemchand. Electrosurgical applications in Dentistry. *Sch. J. App. Med. Sci.*, 2013; 1(5):530-53.
30. BASHETTY Kusum, NADIG Gururaj, KAPOOR Sandhya. Electrosurgery in aesthetic and restorative dentistry: A literature review and case reports. *J Conserv Dent.* 2009;12(4):139-144.
31. NAVARRO Maria, GONZÁLEZ Raquel, ALDRETE Maria, CARMONA David, LÓPEZ Maria. Síntomas respiratorios causados por el uso del electrocauterio en médicos en formación quirúrgica de un hospital de México. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2013;30(1):41-4.
32. PANT Vandana, PANDEY Suraj. A rare case report of grade III gingival enlargement associated with chronic periodontitis: Comparison of two treatment techniques. *Natl J Maxillofac Surg.* 2015 Jan-Jun; 6(1): 119–122.
33. VALDIVIA-BLONDET Luis. Electrocirugía. *Dermatol PERU* 2013; VOL 23 (1).
34. LU Zhonghua, ARIKATLA Venkata, HAN Zhongqing., ALLEN Brian., DE Suvranu. A Physics-based Algorithm for Real-time Simulation of Electrosurgery Procedures in Minimally Invasive Surgery. *Int J Med Robot.* 2014 December; 10(4): 495–504. doi:10.1002/rcs.1561.
35. GIRÓN Ernesto, MANZANO David, RIVAS Walter, ZALDAÑA Diego. Valoración de tecnologías de uso en electrocirugía mediante la utilización de los estándares esenciales para el funcionamiento y seguridad de equipos biomédicos. *ING-NOVACIÓN.* No. 4, Junio – Noviembre de 2012. Año 2, No. 4. pp. 9-32.

36. CERVANTES Carlos, ZENITA Cecilia, SERRANO Ernesto, ROJERO Javier, LAZOS Minerva, GUTIÉRREZ Rafael. Incisión cutánea: Bisturí vs electrocauterio. Estudio experimental en ratas. Rev. Med. Hospital General De Mexico S.S. Vol. 65, Núm. 1 Ene.-Mar. 2002 pp 11 – 14.
37. AMAT Beatriz, ESSELMANN Albert, REICHLE Guenther, ROHDE Hans-Juergen, WESTHOFF Michael, FREITAG Lutz. Tratamiento endoscópico de las estenosis benignas traqueobronquiales tipo web-like con el bisturí endobronquial en combinación con un programa de corte optimizado. Arch Bronconeumol. 2012; 48(1):14–21.
38. WYATT Hayley, RICHARDS Rosie, PULLIN Rhys, YANG Jimmy, BLAIN Emma, EVANS Sam. Variation in electrosurgical vessel seal quality along the length of a porcine carotid artery. Proc IMechE Part H: J Engineering in Medicine 2016, Vol. 230(3) 169–174.
39. PARENTE E., COSER R., BRANCO P., MEDEIROS J., DE MORAES M., RITTO F. Effects of incisions made with electrocautery and scalpel on upper lip length: a pilot study. Oral Surgery 4 (2011) 166–170.
40. CHANDNA Shalu., DYAMAPPA Suresh. Evaluation of pain on use of electrosurgery and diode lasers in the management of gingival hyperpigmentation: A comparative study. J Indian Soc Periodontol 2015;19:49-55.
41. SANCHEZ Javier, BOLAÑOS María, GONZALEZ Santiago. Comparación de pulpotomias por electrofulguración y formocresol en molares primarios: estudio clínico. Oral año 13. Num 40. 2012. 835-839.
42. KESHAVARZI Sassan, BOLOUR Armon, MENDEZ Karen, BEHROUZI Behzad, KASASBEH Aimen, LEVY Michael. Thermal Properties of Contemporary Bipolar Systems Using Infrared Imaging. World Neurosurg. (2015) 83, 3:376-381.
43. CUNLIFFE Joanne, BARCLAY Craig. Removal of a dental implant: An unusual case report. J Dent Implants. Jan - Jun 2011. Vol. 1. Issue 1.

44. BIFULCO Paolo, MASSA Rita, CESARELLI Mario, ROMANO Maria, FRATINI Antonio. Investigating the role of capacitive coupling between the operating table and the return electrode of an electrosurgery unit in the modification of the current density distribution within the patients' body. *BioMedical Engineering OnLine* 2013 12:80.
45. DILIP Ganpat, LOBO Tanya, DILIP Samruddhi. Idiopathic gingival fibromatosis with asymmetrical presentation and electrosurgical management. *J Indian Soc Periodontol.* 2016 Jan-Feb; 20(1): 98–102.
46. SCHOINOHORITI Ourania, CHRYSOMALI Evanthia, IATROU Ioannis, PERREA Despina. Evaluation of lateral thermal damage and reepithelialization of incisional wounds created by CO₂-laser, monopolar electrosurgery, and radiosurgery: a pilot study on porcine oral mucosa. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;113:741-747.
47. MALHOTRA Sumit., KAUR Kamaljeet. Electro-surgery versus Conventional Surgery for Excision of Pericoronal flaps. *Indian J Stomatol* 2012;3(4):236-40.
48. VAN HOVE Diederick, VERDAASDONK Emiel, DANKELMAN Jenny, STASSEN Laurents. Development and Evaluation of an Interactive Simulation Module to Train the Use of an Electrosurgical Device. *J Lap Endo & Adv Surg Tech.* Volume 24, Number 9, 2014.
49. BULAT Cristijan, PESUTIC Valdi, CAPKUN Vesna, MAROVIC Zlatko, POGORELIC Zenon, DRUZIJANIC Nikica. Comparison of thermal damage of the internal thoracic artery using ultra high radiofrequency and monopolar diathermy. *The Surgeon* 12 (2014) 249-255.
50. SUTTON P., AWAD S., PERKINS AC., LOBO D. Comparison of lateral thermal spread using monopolar and bipolar diathermy, the Harmonic Scalpel™ and the Ligasure™. *British Journal of Surgery* 2010; 97: 428–433.

51. CHANG Edward, CARLSON Grace, VOSE Joshua, HUANG Eric, YANG George. Comparative Healing of Rat Fascia Following Incision with Three Surgical Instruments. *Journal of Surgical Research* 167, e47–e54 (2011).

12. ANEXOS



Figura 2: Modelo del estudio, pechuga de pollo.



Figura 3: Electro bisturí Bonart® ART-E1.



Figura 4: Termometro digital Lutrón® TM902.

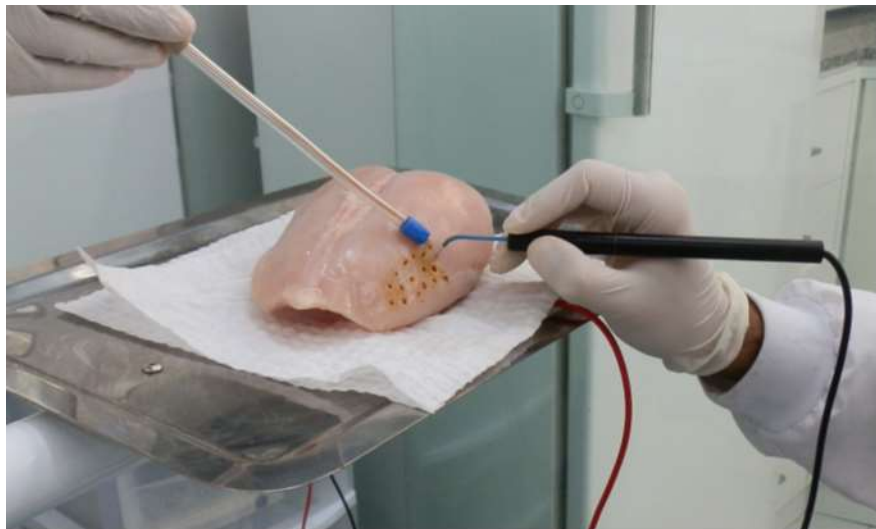


Figura 5: Incisiones con electro bisturí y electrodo tipo T4.

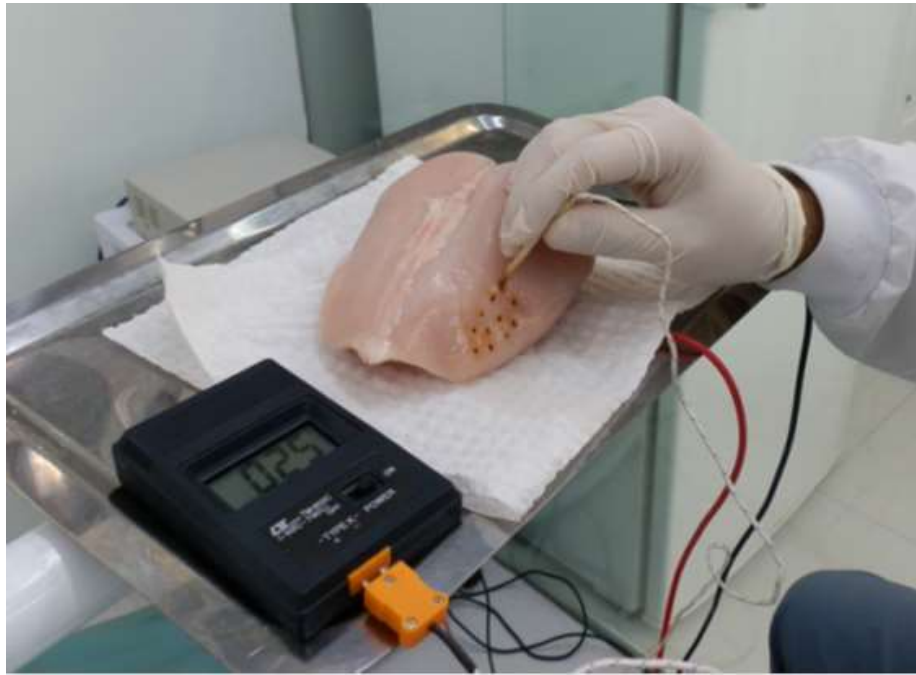


Figura 6: Registro de la temperatura posterior al corte.