

# Osteotomías craneomaxilofaciales con sistemas ultrasónicos\*

Drs. SERGIO OLATE M.<sup>1,2,3,4,5</sup>, ANDRÉS ALMEIDA A.<sup>4</sup>, ALEJANDRO UNIBAZO Z.<sup>1,4</sup>, JUAN PABLO ALISTER H.<sup>1,4</sup>, FRANCISCA URIBE F.<sup>1,4</sup>, FELIPE MARTÍNEZ V.<sup>4</sup>, CLAUDIO HUENTEQUEO-MOLINA<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> División de Cirugía Oral y Maxilofacial, Universidad de La Frontera.

<sup>2</sup> Programa de Magíster en Odontología, Universidad de La Frontera.

<sup>3</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Médicas mención Cirugía, Universidad de La Frontera.

<sup>4</sup> Unidad de Cirugía Oral y Maxilofacial, Hospital Hernán Henríquez Aravena.

<sup>5</sup> Centro de Investigación en Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile. Temuco, Chile.

## Abstract

### Craneomaxillofacial osteotomy with ultrasonic system. Treatment option and initial experience

Ultrasonic system has revolutionized the surgical technique in maxillofacial surgery; they work with a cavitation phenomenon being able to perform osteotomies without damaging on nervous, muscular and vascular tissues or any soft tissue. This condition provides security to the variety of surgery with bone cut close to vessel or important nerves how the condilectomy technique of the mandibular condyle, mandibular osteotomy close to the alveolar nerve, orbital osteotomy and others. This paper present contemporary information about the use in craniofacial surgery and the initial experience of the authors using this system. We conclude that the osteotomy with ultrasonic system can be optimized the surgery with slight increase of surgical time decreasing bleeding and risk to the injury to the soft tissue; is possible believe that this kind of instrument can be used in any surgery with bone cut necessity.

**Key words:** Ultrasonic, osteotomy, maxillofacial surgery.

## Resumen

Los sistemas ultrasónicos han revolucionado la técnica quirúrgica en cirugía maxilofacial; son sistemas que funcionan con el fenómeno de cavitación siendo capaces de realizar osteotomías sin lesionar los tejidos nerviosos, musculares, vasculares o tejidos blandos en general; esta condición entrega seguridad a la variedad de cirugías que actúan cortando tejido óseo en áreas próximas a vasos y nervios importantes, como en la técnica de condilectomía del cóndilo mandibular, osteotomía mandibular próximo al nervio alveolar inferior, osteotomías orbitarias, entre otras. Este artículo presenta la información actual respecto del uso en cirugía cra-

\*Recibido el 11 de marzo de 2013 y aceptado para publicación el 18 de abril de 2013.

Los autores no refieren conflictos de interés.

Correspondencia: Dr. Sergio Olate M.

Unidad de Cirugía Oral y Maxilofacial, Universidad de La Frontera. Claro Solar No 115, Temuco-Chile. solate@ufro.cl

neofacial y la experiencia inicial de los autores utilizando estos sistemas. Se concluye que la osteotomía con sistemas ultrasónicos optimiza la cirugía aumentando levemente el tiempo del acto quirúrgico, disminuyendo el sangrado y los riesgos de lesionar cualquier tejido blando; es viable pensar que este tipo de instrumentos se pueden extrapolar a otras cirugías que requieren osteotomías en cualquier área corporal.

**Palabra clave:** Ultrasonido, osteotomía, cirugía maxilofacial.

## Introducción

La cirugía ósea del esqueleto craneofacial ha evolucionado rápidamente y ha conseguido consolidarse en base a la eficiencia de la técnica quirúrgica y al reconocimiento de herramientas que permiten cada vez menos morbilidad.

La cirugía del esqueleto facial tuvo pioneros como Owegeser<sup>1</sup> y Tessier<sup>2</sup>, quienes posicionaron las osteotomías craneofaciales dentro de las técnicas seguras y estables. En sus comienzos, la cirugía significaba amplios accesos quirúrgicos y osteotomías con instrumental rotatorio de baja potencia o con sierras de diferentes tipos<sup>1</sup>. Las cirugías faciales, en ese momento, presentaban extensas horas en pabellón e importantes morbilidades asociadas, principalmente en el daño generado a estructuras vasculares o nerviosas del área.

Las sierras eléctricas o neumáticas fueron un avance importante en el desarrollo de la cirugía, pues permitió cortes nítidos, certeros y rápidos que optimizaron la técnica<sup>3</sup> y también permitieron la disminución de los tiempos quirúrgicos.

Actualmente, los sistemas de ultrasonido han modificado muchos aspectos de la ejecución de las osteotomías. Estos son sistemas caracterizados por la osteotomía sin daño a los tejidos blandos, es decir, un corte óseo que discrimina los tejidos blandos y no daña estructuras vasculares, nerviosas, musculares, o cualquier tejido no mineralizado que esté en el lugar donde se realiza la osteotomía<sup>4</sup>. Este aspecto es revolucionario en la cirugía ósea para las diferentes especialidades quirúrgicas, puesto que abre nuevas expectativas de trabajo acompañadas de la tan ansiada disminución de la morbilidad y el aumento de la seguridad en la cirugía.

Las primeras experiencias con sistemas ultrasónicos para osteotomías maxilofaciales fueron publicados en los años 1975 y 1981 por Horton et al<sup>5,6</sup>, quienes realizaban comparaciones entre diferentes instrumentos, evidenciando las primeras aplicaciones del sistema ultrasónico para osteotomías. Posteriormente, Vercellotti<sup>4</sup>, presentó su experiencia en cirugía reconstructiva del hueso alveolar, donde a través de técnicas de expansión ósea fue posible aumentar las dimensiones axiales del hueso alveolar de la mandíbula.

El objetivo de este artículo es mostrar la información científica actualizada respecto del uso de estos

sistemas ultrasónicos y presentar nuestra experiencia con los primeros casos operados en el área de la cirugía maxilofacial en Chile.

## Conceptos básicos

El fenómeno de ultrasonido y la cavitación fue descubierto por Jacques y Pierre Curie el año 1880<sup>7</sup>; ellos observaron que un potencial eléctrico se desarrollaba a través de algunos cristales cuando ellos eran comprimidos; concluyeron que si la polaridad se alterna, se traduce en una alternación en la superficie y se traspa al material adyacente como movimiento oscilante.

Este concepto se llevó al área quirúrgica comenzando con el uso de transductores de *barium*; posteriormente se desarrollaron sistemas que permitían utilizar piezas de mano e insertos (o bisturí) que se ubican como el extremo de la pieza de mano. Actualmente, los insertos son fabricados en titanio (Figura 1) y para que tenga un efecto deseado en la superficie ósea se utilizan frecuencias de 20 a 36 kHz a fin de evitar el sobrecalentamiento y la compactación ósea<sup>8</sup>. Además, frecuencias de 25 a 29 kHz actúan solamente sobre tejido mineralizado con movimientos de 60 a 210  $\mu\text{m}$ <sup>9,10</sup>, impidiendo el corte en tejidos blandos.

El sistema incluye una manguera de irrigación que se conecta a la pieza de mano y permite que el operador controle la cantidad de fluido o irrigación y la fuerza aplicada que puede estar entre 3 a 16 W en algunos sistemas o hasta 90W en sistemas más potentes<sup>11</sup>; el poder de corte depende muchas veces de la calidad ósea; el rango de oscilaciones es de 30 a 200  $\mu\text{m}$  y el inserto se utiliza de forma perpendicular al área de corte.

## Conceptos biológicos

El sistema ultrasonido trabaja con una frecuencia que permite realizar cortes a nivel óseo; esa frecuencia no permite realizar cortes a nivel de tejidos blandos, lo cual genera gran seguridad en la técnica quirúrgica. La inhibición o el daño mínimo generado a estructuras nerviosas fue evaluado por Schaeren et al<sup>12</sup>, quienes en un estudio realizado en un modelo animal evidenciaron que a pesar de que el sistema de

ultrasonido contacta activamente sobre estructuras nerviosas no se observa daño al perineuro en los niveles histológicos del estudio, demostrando que en casos de alta exposición a extensa función del ultrasonido, fue posible observar integridad de la estructura nerviosa.

En términos de reparación ósea, el sistema piezoeléctrico es estadísticamente más favorable tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos que los sistemas mecánicos tradicionales<sup>13</sup>.

Gülনার et al<sup>13</sup>, también observaron que la expresión de proteínas vinculadas al shock térmico (hsp 70) en sujetos con cirugía piezoeléctrica era casi la mitad de los sujetos sometidos a cirugía con elementos rotatorios, confirmando que la necrosis ósea en sectores tratados con sistema piezoeléctrico es significativamente menor que lo observado en sistemas de sierra o rotatorios que cortan por fricción. En un modelo animal se observó que la cantidad de células vivas en huesos recolectados con sistema piezoeléctrico es significativamente mayor a los recolectados con métodos rotatorios convencionales, sin presentar diferencias entre el hueso intramembranoso o endoconral<sup>14</sup>. Similares conclusiones fueron reportadas por Berengo et al<sup>15</sup>, quienes observaron que en el hueso extraído de osteotomías realizadas con sistema piezoeléctrico, existía más hueso vital que necrótico y mayor cantidad de osteocitos<sup>15</sup>.

Por otra parte, también se observó que la expresión de proteína ósea morfogenética, factor de crecimiento TGF- $\beta$ , factor de necrosis tumoral  $\alpha$ , interleukina -1b y -10, fueron más expresados en cirugías de implante de titanio donde previamente se utilizó el sistema piezoeléctrico para la preparación del lecho<sup>16</sup>. En algún momento se pensó que la temperatura generada por el sistema de ultrasonido

podría ser crítica, pero lo cierto es que se observan temperaturas de hasta 47° (probablemente debido al suero de irrigación constante), lo que estaría en relación al inserto utilizado y no al tipo de hueso o al previo enfriamiento del suero<sup>17</sup>; la temperatura, entonces, no es crítica en estos sistemas.

### Aplicaciones en cirugía

Existen muchos estudios clínicos y reportes de casos aplicando los sistemas de ultrasonido; sin embargo, según lo expuesto por Pitak-Arnop et al<sup>18</sup>, existen muchas dudas en términos de conflicto de interés con las empresas fabricantes de estos sistemas y los alcances éticos que pueden tener algunas de las publicaciones presentadas.

Pavlíková et al<sup>19</sup>, hicieron una amplia revisión de los procedimientos realizados en cirugía maxilofacial con sistema piezoeléctrico mostrando experiencias en buena parte de los procedimientos conocidos. Los resultados son favorables y describen ventajas del uso de este sistema como: disminución de lesiones de tejidos blandos como nervios, membrana sinusal y dura madre debido principalmente a la mayor refrigeración y al corte “selectivo” que realiza el sistema; también la pérdida sanguínea disminuye principalmente debido a la irrigación constante del suero y a que la cavitación genera desplazamiento de fluidos lo que también permite una adecuada visibilidad; la osteotomía puede ser completa sin necesidad de la aplicación de cincel en las etapas finales de la osteotomía y en definitiva, ventajas comparativas a los sistemas tradicionales.

Un aspecto relevante para el desarrollo de la técnica está en que la curva de aprendizaje es relati-



**Figura 1.** A) Algunos de los insertos utilizados en los sistemas ultrasónicos; B) Sistema de ultrasonido de alta potencia para realizar osteotomías del esqueleto facial; se observa las bolsas de suero fisiológico y las piezas de mano que son utilizadas.

vamente baja; para cirujanos bien entrenados en la técnica quirúrgica convencional, el cambio hacia un sistema ultrasónico con baja morbilidad es altamente aceptado y de rápida incorporación en la técnica quirúrgica<sup>20</sup>.

### ***Cirugía ortognática***

La cirugía ortognática ha tenido un gran desarrollo en los últimos 20 años. Luego de los avances propuestos en la técnica quirúrgica por el grupo de Bruce Epker<sup>3</sup>, la innovación permitió el desarrollo de nuevos métodos diagnósticos<sup>21</sup> y con ello nuevas formas terapéuticas que aún están en fase de desarrollo<sup>22</sup>.

Tradicionalmente, la osteotomía Le Fort I, las osteotomías sagital de rama mandibular (OSRM), la osteotomía vertical de rama mandibular (OVRM) y las osteotomías segmentarias se realizan con brocas y sierras, sin embargo, los primeros reportes de la osteotomía segmentaria maxilar a multi fragmentos con sistemas de ultrasonido viene de Robiony et al<sup>23</sup>, quienes presentan la técnica junto al análisis de algunos casos. Recientemente han sido publicadas otras técnicas de segmentación cortical que permiten realizar movimientos dentales en masa, acelerados y con bajo riesgo de daño periodontal gracias a los sistemas ultrasónicos<sup>24</sup>.

Landes et al<sup>25</sup>, publicaron una revisión crítica de la cirugía ortognática realizada con sistema ultrasónico relatando que durante la osteotomía LeFort I, en las etapas de separación de la maxila con el proceso pterigoide y la separación del septum nasal fue necesario utilizar cinceles en el 100% de los casos, al igual que en los casos de osteotomías convencionales. Por otra parte, la expansión quirúrgica transversal del maxilar mediante osteotomía LeFort I ha sido empleada con éxito con el manejo de ultrasonido, incluyendo también osteotomías a nivel de la sutura pterigomaxilar donde se podría realizar la totalidad de las osteotomías con bajo riesgo de daño vascular, especialmente de la arteria maxilar<sup>23</sup>.

En casos de osteotomía mandibular del área distal del segmento distal también ha sido propuesto la osteotomía con sistema ultrasónico, esto con el objetivo de mejorar la adaptación de los tejidos óseos<sup>26</sup> entregando buenos resultados.

Otra técnica de cirugía mandibular fue publicada por Robiony et al<sup>27</sup>, quienes mostraron la opción de realizar osteotomía vertical de rama de mandíbula asistida por técnicas endoscópicas, donde a través de un acceso intrabucal se visualiza el área lateral de la rama mandibular y con ultrasonido se realiza la osteotomía vertical limitando los daños al paquete vascular y nervioso alveolar inferior.

En términos de sangrado, se ha reportado un promedio de 200 ml menor en las cirugías con sistema

de ultrasonido y en términos de tiempo quirúrgico, en la osteotomía mandibular, es estadísticamente superior en los casos donde se utilizó ultrasonido requiriendo sierras de complementación en el 13%; sin embargo, la recuperación de la función del nervio alveolar inferior fue estadísticamente más rápida en los casos operados con sistema de ultrasonido<sup>14</sup>. Una respuesta a este bajo sangrado está en el propio fenómeno de cavitación del instrumental y burbujas de gas con presión negativa en los vasos del tejido óseo<sup>14</sup>.

La principal desventajas de la cirugía ortognática con sistema ultrasónico es el aumento del tiempo quirúrgico y control de la presión que exige el inserto sobre el hueso ya que el aumento en esta fase pueden aumentar la temperatura y dañar tejidos<sup>22,28</sup>, aunque Schütz et al<sup>17</sup>, ya mostraron que esta temperatura no sería relevante.

### ***Cirugía craneofacial***

Pavliková et al<sup>19</sup>, reportaron una investigación realizada en modelos de ratas donde se ejecutaron osteotomías con broca convencional en un lado del parietal y osteotomías circulares con ultrasonido en lado inverso. Se concluyó que en el lado convencional existía significativo daño cerebral al ser comparados con los efectos del ultrasonido, demostrando la utilidad que podría prestar este instrumento en cirugías complejas del cráneo y órbita.

Beziat et al<sup>29</sup>, utilizaron el sistema de ultrasonido en osteotomía segmentaria de maxila, osteotomía sagital de rama de mandíbula y osteotomía orbitaria; destacan que no existió daño en tejidos blandos del globo ocular y tampoco se observaron daños en la duramadre. Reportaron un aumento del tiempo quirúrgico en la osteotomía palatina y la osteotomía sagital de rama con el doble del tiempo utilizado en la osteotomía con sierra y brocas (de forma convencional); por otra parte, la recuperación de la sensibilidad del nervio alveolar inferior asociada a la OSRM fue mucho más rápida al compararla con los resultados de otros sujetos con la misma osteotomía pero con otras técnicas.

Cinco pacientes con meningiomas frontorbitales y 3 pacientes con tumor en la región superolateral de órbita fueron tratados con osteotomías orbitarias mediante ultrasonido, destacando el hecho de realizar osteotomías precisas y finas, con bajo riesgo de daño a estructuras neurovasculares, señalando que las aproximaciones quirúrgicas a base de cráneo podrían considerarse procedimientos mínimamente invasivos cuando se utilizan sistemas de ultrasonido<sup>30</sup>. Otro reporte similar presentó Kotrikova et al<sup>31</sup>, mostrando la versatilidad del sistema de ultrasonido para realizar divisiones de la tabla externa craneana que permitiera obtener injertos óseos sin daños colaterales con

objeto de ser instalados en otras áreas con defectos craneanos; se registró como una técnica segura.

Otra situación clínica fue analizada por Castro e Silva et al<sup>32</sup>, quienes realizaron osteotomías mandibulares en un paciente con anquilosis mandibular y micrognatia de 1 año de edad dependiente de traqueostomía. Se utilizó distracción osteogénica para realizar el aumento mandibular, siendo que la osteotomía de la masa anquilótica de ATM y la osteotomía mandibular fueron realizados con sistema de ultrasonido, disminuyendo la pérdida sanguínea vinculada al procedimiento gracias al corte selectivo del instrumento.

### ***Cirugía otológica y rinológica***

El año 2007, Salami et al<sup>33</sup> publicaron una revisión clínica mostrando una serie de situaciones donde el sistema de ultrasonido podría presentar ventajas técnicas, señalando la experiencia de 36 pacientes operados con mastoidectomía, descompresión de nervio facial, aticoantrotomía, entre otros. Los mismos autores<sup>34</sup> publicaron otra serie de casos, señalando que el tiempo quirúrgico empleado en las mastoidectomías no presenta diferencias con el método tradicional y el método con sistema de ultrasonido; los resultados audiológicos postoperatorios demostraron ser favorables y seguros siendo que ningún paciente disminuyó la condición audiológica en la etapa postoperatoria, concluyendo que la precisión del corte, la seguridad de no invadir áreas anatómicas y el tiempo quirúrgico limitado garantizan el uso de ultrasonido en la cirugía otológica.

Salami et al<sup>35</sup>, también mostraron una secuencia de 20 pacientes operados por dacriocistorinostomía, empleando ultrasonido con técnicas endoscópicas, relatando éxito en todos los casos operados sin generar estenosis postoperatoria, principalmente debido a que la etapa de recuperación postoperatoria no requiere estados avanzados de reparación (como sí lo requiere en las osteotomías convencionales debido al aumento de necrosis ósea), disminuyendo la posibilidad de formación de tejido fibrocartilaginoso que obstruya el conducto. Por vía cutánea, también se ha reportado el éxito del uso del sistema ultrasónico para técnicas de dacriocistorinostomía, enfatizando la limpieza del corte y la mínima morbilidad existente en los tejidos adyacentes<sup>36</sup>.

La cirugía nasal también se ha reportado con el empleo de ultrasonido con técnicas que permiten intervenir el sector dorsal nasal mediante acceso cutáneo de 2 mm y fractura en gallo verde del sector osteotomizado<sup>37</sup>.

### ***Cirugía ósea reconstructiva***

González-García et al<sup>38</sup>, realizaron una revisión y presentaron una serie de publicaciones con la aplica-

ción de las diferentes técnicas quirúrgicas de reconstrucción ósea del hueso alveolar y de los maxilares, considerando la toma de injerto óseo, elevación de seno maxilar, lateralización de nervio, distracción osteogénica, retiro de implantes osteointegrados, expansión de reborde alveolar, entre otras con éxito en la aplicación de los sistemas ultrasónicos.

Opciones para retiro de hueso de cresta iliaca también se han comparado con el uso de ultrasonido; Landes et al<sup>25</sup>, realizaron una comparación de los métodos tradicionales con sierra con el uso de ultrasonido en la obtención de injerto de cadera, observando que el dolor postoperatorio fue menor en los pacientes del grupo ultrasonido (los primeros días) aunque el tiempo del acto quirúrgico fue mayor en el grupo de ultrasonido. Hofmann et al<sup>39</sup>, por otra parte, presentaron un caso de elongación de proceso estiloides que fue tratado con abordaje cervical y posteriormente realizado una osteotomía en la base del proceso con sistema de ultrasonido, disminuyendo los riesgos de lesión de la arteria carótida interna.

Laurentjoye et al<sup>40</sup>, presentaron la realización de la osteotomía de toma de injerto vascularizado de peroné sin necesidad de protección de vasos sanguíneos, evidenciando la posibilidad de no lesionar los tejidos vasculares periféricos. Posteriormente, una serie de 11 pacientes fue presentado por Nocini et al<sup>41</sup>, donde desarrollaron la toma de injerto microvascularizado observándose una recuperación ósea libre de alteraciones con un tiempo quirúrgico similar al obtenido con métodos tradicionales.

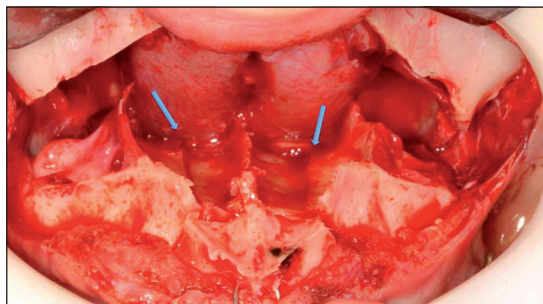
### **Nuestra experiencia en cirugía maxilofacial**

Nuestro servicio de cirugía oral y maxilofacial ha desarrollado cirugía ortognática, cirugía de articulación témporo mandibular (ATM) y cirugía reconstructiva del hueso alveolar con el sistema de ultrasonido Piezotome2®. Los autores han realizado una evaluación empírica del sistema y se encuentra en preparación una serie de investigaciones clínicas que pretenden comparar la eficiencia del sistema con los utilizados convencionalmente.

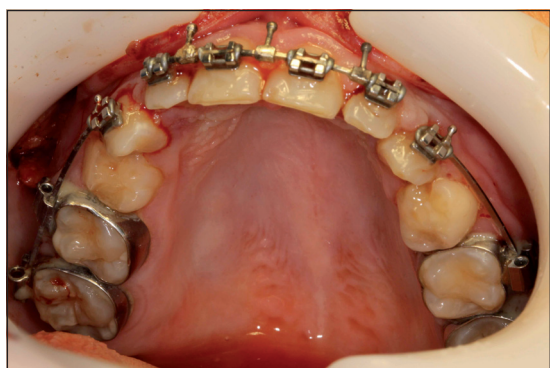
Los insertos que existen a disposición son especialmente útiles en cirugía ortognática maxilar donde realizamos la osteotomía LeFort I (Figura 2) y segmentaciones maxilares con total seguridad, con resultados similares a los de Landes et al<sup>25</sup>; sin embargo, la osteotomía posterior maxilar es compleja debido a las angulaciones necesarias para realizar la osteotomía en el área de tuberosidad maxilar, lo que exige de los insertos ciertas características que no están totalmente cubiertas<sup>37</sup>. Una vez descendida la maxila es realizada la fase de segmentación maxilar (Figura 3) (en 4 ó 5 fragmentos generalmente) sin



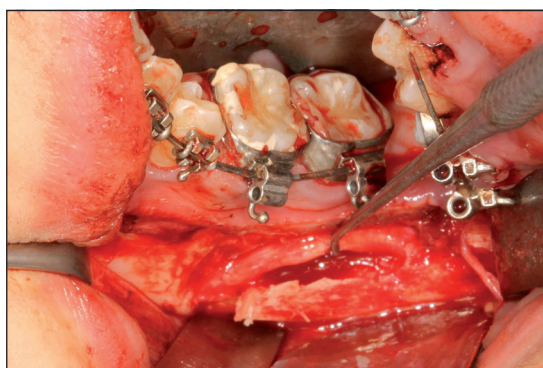
**Figura 2.** Osteotomía Le Fort I realizada con sistema de ultrasonido; se observa la osteotomía de segmentación ubicadas entre los dientes lateral y canino bilateral; no se observa sangrado importante o lesiones de tejidos blandos.



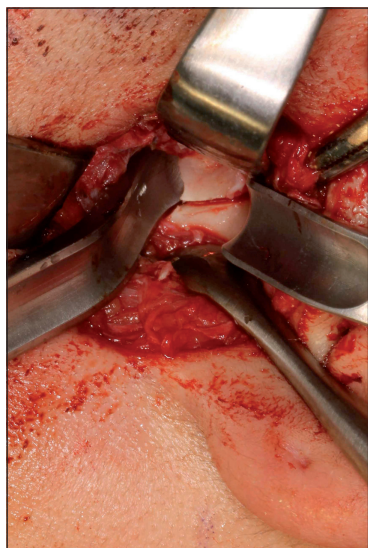
**Figura 3.** Osteotomía Le Fort I descendida con segmentaciones en el área de piso de fosa nasal sin daño a la mucosa nasal; la premaxila está movilizada.



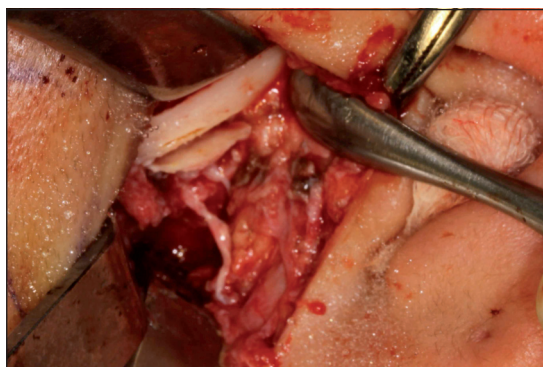
**Figura 4.** Mucosa palatina íntegra y sin daños o laceraciones; la etapa de segmentación realizada previamente genera cortes indeseados en la mucosa palatina que no son observados cuando se utilizan sistemas ultrasónicos.



**Figura 5.** Fractura incorrecta de la osteotomía sagital de rama mandibular; se separa el nervio alveolar inferior y se realiza la finalización de la osteotomía con sistema ultrasónico a fin de limitar el daño que se pueda generar sobre los tejidos blandos nervioso o muscular.



**Figura 6.** Condilectomía alta de cóndilo mandibular realizada para tratar hiperplasia condilar; la osteotomía fue realizada con sistema de ultrasonido disminuyendo los riesgos de lesionar la arteria maxilar o los vasos adyacentes.



**Figura 7.** Osteotomía eminencia articular de la articulación temporomandibular, realizada con sistema de ultrasonido. El corte es recto, nítido, con bajo sangramiento y bajo riesgo de lesionar estructuras adyacentes.

daños vasculares en la arteria esfenopalatina y sin daños a la mucosa palatina (Figura 4), lo que está en acuerdo a la experiencia de autores como Robiony et al<sup>37</sup>; en ningún caso operado se observó laceraciones de la mucosa palatina, lo cual destaca por sobre los otros sistemas de corte. En casos de osteotomía mandibular incompleta o incorrecta (también llamada “*bad split*”), el sistema ultrasónico ha permitido finalizar los cortes en los ángulos mandibulares con bajo riesgo de lesionar vasos y nervios importantes del sector (Figura 5), como fue propuesto por Iwai et al<sup>26</sup> y en la osteotomía de mentón, la hemorragia ha disminuido toda vez que el corte no invade la musculatura suprahioidea y limita el sangramiento regional.

Otra opción terapéutica ha sido presentada con la condilectomía del cóndilo mandibular debido a hiperplasia condilar u otro tipo de patologías y también el reemplazo total de articulación con prótesis aloplástica de ATM; en estos casos, los autores han realizado la osteotomía del cuello del cóndilo (Figura 6) y del proceso condilar íntegramente con sistemas ultrasónicos, observando clara disminución de la hemorragia y bajo riesgo de lesionar la arteria maxilar; la técnica inicial señala protección de las estructuras vasculares con separadores especiales y difíciles de posicionar<sup>42</sup>, mientras que en nuestros casos, los separadores profundos son innecesarios debido al corte selectivo del sistema ultrasónico, disminuyendo también la necesidad de ayuda en esa difícil etapa de la cirugía. También en casos de eminectomía de la eminencia articular de la articu-

lación témporo mandibular (Figura 7), los riesgos de lesionar la arteria meníngea disminuyen y se ha observado total limpieza del corte.

En los 13 casos operados hasta ahora se ha observado menor sangrado que en técnicas convencionales, aumento del tiempo del acto quirúrgico, especialmente en las osteotomías de mentón probablemente debido a que se trata de un hueso más corticalizado. La irrigación propia del instrumento permite liberar a un ayudante de la función de irrigación y permite una adecuada visualización del sector de trabajo; los diferentes tipos de insertos permiten diferentes cortes en términos de profundidad y ancho y claramente hemos observado la ausencia de daño a estructuras vasculares o tejidos blandos próximos a las áreas de corte, que aunque entre en contacto con el inserto en funcionamiento, no son capaces de realizar ningún tipo de laceración de tejidos blandos. Se ha observado un menor edema postoperatorio al compararlo con casos de osteotomía convencional y el tiempo quirúrgico continúa siendo la desventaja más importante del sistema de ultrasonido (Tabla 1).

En estos momentos, coincidimos con González-García et al<sup>38</sup>, quienes recomiendan el uso de estos sistemas como apoyo y complemento a los sistemas de sierra convencional, aunque la tendencia es realizar todos los cortes con este sistema. Los autores creen que el sistema de ultrasonido puede ser implementado en otros tipos de cirugía como las cirugías traumatológicas y neuroquirúrgicas pues mejorarían los pronósticos en algunos procedimientos disminuyendo la morbilidad de los mismos.

**Tabla 1. Ventajas y desventajas de los sistemas ultrasónicos utilizados en osteotomías maxilofaciales**

Ventajas	Desventajas
Riesgo mínimo de daño a tejidos blandos periféricos, aunque contacte el inserto en movimiento	Lentitud en tejido óseo más cortical o de mayor volumen
Visibilidad excelente en áreas de sangrado	Necesidad de puntas específicas para cada tipo de corte debido a la necesidad de incidir perpendicularmente en la superficie ósea
Retiro de detritus por vía de irrigación propia del sistema	Costo elevado (mayor que motores de brocas y menor que muchos motores que manejan sierras)
No se requiere ayudante irrigando en el momento de la osteotomía debido a la irrigación propia del sistema	
Corte preciso debido a las vibraciones limitadas (uso en pequeñas y distantes áreas)	
Elimina necesidad de cincel para finalización de osteotomías	
Bajo nivel de ruido al compararlo con sistemas de brocas o sierras (relativo)	

## Referencias

- 1.- Obwegeser H. Orthognathic surgery and a tale of how three procedures came to be: a letter to the next generations of surgeons. *Clin Plast Surg.* 2007;34:331-55.
- 2.- Tessier P. Anatomical classification of facial, craniofacial and laterofacial clefts. *J Maxfac Surg.* 1976;4:69-92.
- 3.- Fish LC, Epker BN, Sullivan CR. Orthognathic surgery: the correction of dentofacial deformity. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993;51:28-41.
- 4.- Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report. A new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000;20:358-65.
- 5.- Horton JE, Tarpley TM Jr, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotatory bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975;39:536-46.
- 6.- Horton JE, Tarpley TM Jr, Jacoway J. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;51:236-42.
- 7.- Curie J, Curie P. Contractions et dilatations produites par des tensions dans les cristaux hémihédres à faces inclinées. *C R Acad Sci Gen.* 1880;93:1137-40.
- 8.- Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol.* 2004;53:207-14.
- 9.- Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004;42:451-3.
- 10.- Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella L. Piezoelectric surgery: twenty years of use. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008;46:265-9.
- 11.- Blus C, Szmukler-Moncler S. Splint-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin oral Implants Res.* 2006;17:700-7.
- 12.- Schaeren S, Jaquier C, Heberer M, Tolnay M, Vercellotti T, Martin I. Assessment of nerve damage using a novel ultrasonic device for bone cutting. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66:593-6.
- 13.- Gülnahar Y, Hüseyin Köşger H, Tutar Y. A comparison of piezosurgery and conventional surgery by heat shock protein 70 expression. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42:508-10.
- 14.- Von See C, Rücker M, Kampmann A, Kokemüller H, Bormann KH, Gellrich NC. Comparison of different harvesting methods from the flat and long bones of rats. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;48:607-12.
- 15.- Berengo M, Bacci C, Sartori M, Perini A, Della Barbera M, Valente M. Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods. *Minerva Stomatol.* 2006;55:189-98.
- 16.- Preti G, Martinasso G, Peirone B, Navone R, Manzella C, Muzio G, et al. Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: a pilot study in minipigs. *J Periodontol.* 2007;78:716-22.
- 17.- Schütz S, Egger J, Kühl S, Filippi A, Lambrecht JTh, Intraosseous temperature changes during the use of piezosurgical inserts in vitro. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41:1338-43.
- 18.- Pitak-Arnop P, Hemprich A, Sader R, Dhanuthai K, Bertrand JCh, Hennig C, et al. An analysis of studies on piezoelectric surgery in the oral and craniomaxillofacial region with regard to human subject protection and financial conflicts. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:1011-3.
- 19.- Pavlíková G, Foltán R, Burian M, Horká E, Adámek S, Hejál A, et al. Piezosurgery prevents brain tissue damage: an experimental study on a new rat model. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40:840-4.
- 20.- Salami A, Mora R, Mora F, Guastani L, Salzano FA, Dellepiane M. Learning curve for piezosurgery in well-trained otological surgeons. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;142:120-5.
- 21.- Gateno J, Xia JJ, Teichgraber JF. New methods to evaluate craniofacial deformity and to plan surgical correction. *Semin Orthod.* 2011;17:225-34.
- 22.- Mommaerts MY. Endoscopically assisted sagittal Split osteotomy for mandibular lengthening: technical note and initial experience. *J Craniomaxillofac Surg.* 2010;38:108-12.
- 23.- Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectronic bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62:759-61.
- 24.- Bertossi D, Vercellotti T, Podesta A, Nocini PF. Orthodontic microsurgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:747-53.
- 25.- Landes C, Stübinger S, Laudemann K, Rieger J, Sader R. Bone harvesting at the anterior iliac crest using piezosurgery versus conventional open harvesting: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105:e19-e28.
- 26.- Iwai T, Maegawa J, Aoki S, Tohnoi I. Ultrasonic vertical osteotomy of the distal segment for safe elimination of interference between the proximal and distal segments in bilateral sagittal split osteotomy for mandibular asymmetry. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012 (Epub ahead of print) <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2012.05.012>
- 27.- Robiony M, Polini F, Costa F, Sembroni S, Zerman N, Politi M. Endoscopically assisted intraoral vertical ramus osteotomy and piezoelectric surgery in mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:2119-24.
- 28.- Budd JC, Gekelman D, White JM. Temperature rise of the post and on the root surface during ultrasonic post removal. *Int Endod J.* 2005;38:705-11.

- 29.- Beziat JL, Bera JC, Lavandier B, Giezal A. Ultrasonic osteotomy as a new technique in craniomaxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36:493-500.
- 30.- Iacoangeli M, Neri P, Balercia P, Lupi E, Di Rienzo A, Nocchi N, et al. Piezosurgery for osteotomies in orbital surgery: our experience and review of the literatura. *Int J Surg Case Report* 2013;4:188-91.
- 31.- Kotrikova B, Wirtz R, Krempien R, Blank J, Eggers G, Samiotis A, et al. Piezosurgery-a new safe technique in cranial osteoplasty? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35:461-5.
- 32.- Castro e Silva LM, Pereira Filho VA, Hochuli Vieira E, Gabrielli MF. Tracheostomy-dependent child with temporomandibular ankylosis and severe micrognathia treated by piezosurgery and distraction osteogenesis: case report. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001;49:e47-e49.
- 33.- Salami A, Vercellotti T, Mora R, Dellepiane M. Piezo-electric bone surgery in otologic surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;136:484-5.
- 34.- Salami A, Dellepiane M, Proto E, Mora R. Piezosurgery in otologic surgery: four years of experience. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140:412-8.
- 35.- Salami A, Dellepiane M, Salzano F, Mora R. Piezosurgery in endoscopic dacryocystorhinostomy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140:264-6.
- 36.- Rougeot A, Koppe M, Gleizal A. The use of piezosurgery TM for external dacryocystorhinostomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012 (Epub ahead of print) <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2012.03.015>
- 37.- Robiony M, Polini F, Costa F, Toro C, Politi M. Ultrasound piezoelectric vibrations to perform osteotomies in rhinoplasty. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:1035-8.
- 38.- González-García A, Diniz-Freitas M, Somoza-Martín M, García-García A. Ultrasonic osteotomy in oral surgery and implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:360-7.
- 39.- Hoffmann E, Räder C, Fuhrmann H, Maurer P. Styloid-carotid artery syndrome treated surgically with piezosurgery: a case report and literatura review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2013;41:162-6.
- 40.- Laurentjoye M, Jeannot PY, Beziat JL, Gleizal A. Piezoelectric osteotomies during fibula free flap harvesting. *J Plast Reconstr Aesthe Surg.* 2010;63:e495-e496.
- 41.- Nocini PF, Turra M, Valsecchi S, Blandamura S, Bedogni A. Microvascular free bone flap harvest with piezosurgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:1485-92.
- 42.- Giannakopoulos HE, Sinn DP, Quinn PD. Biomet microfixation temporomandibular joint replacement system: a 3 year follow-up study of patients treated during 1995 to 2005. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70:787-94.