

# Ecotomografía oral y maxilofacial, una nueva opción diagnóstica en imagenología. Principios básicos

## *Oral and maxilofacial ultrasonography, a new imaging diagnostic option. Basic principles*

A. Haristoy Llano\*, A. Hidalgo Rivas\*\*.

### RESUMEN

La imagenología oral y maxilofacial es una especialidad de la odontología. El especialista en imagenología oral y maxilofacial es un profesional cuya misión es usar diversas tecnologías diagnósticas basadas en la generación de imágenes para aportar al diagnóstico de una determinada condición o patología del territorio maxilofacial. El uso de equipamiento basado en la generación de rayos X para la obtención de imágenes diagnósticas dentales y maxilofaciales es conocido en el área de la odontología. Su uso es masivo y sus ventajas, desventajas, rendimiento y limitaciones son ampliamente conocidas por los odontólogos. La ecotomografía en tanto es una tecnología diagnóstica basada en la emisión de ondas mecánicas de sonido de alta frecuencia. Estas ondas al interactuar con los tejidos, se reflejan en ellos. Una vez que retornan a su origen, contribuyen a la generación de imágenes en tonos del blanco al negro. El uso de la ecotomografía como examen imagenológico complementario no es algo regular en odontología. Posiblemente por desconocimiento, el odontólogo general y los diversos especialistas no suelen solicitarla. Por eso, es indispensable que odontólogos, especialistas y el especialista en imagenología oral y maxilofacial reconozcan en la ecotomografía, un examen complementario a aquellos producidos por rayos X, debido a su inocuidad y amplia utilidad en esta disciplina. El propósito de la presente revisión es describir los principios básicos, parámetros asociados a la optimización de la imagen ecotomográfica, artefactos de la técnica y usos en odontología de la ecotomografía.

**PALABRAS CLAVE:** Ecotomografía, Ecografía, Ultrasonografía, Radiología Oral, Odontología.

### ABSTRACT

Oral and maxillofacial imaging is a specialty of dentistry. A specialist in oral and maxillofacial imaging is a professional whose mission is to use various diagnostic technologies based on the generation of images to contribute to the diagnosis of a certain condition or pathology of the maxillofacial territory. The use of equipment based on the generation of X-rays to obtain dental and maxillofacial diagnostic images is known in dentistry. Its use is massive, and its advantages, disadvantages, performance, and limitations are widely known by dentists. Ultrasonography is a diagnostic technology based on the emission of high-frequency mechanical sound waves. These waves interact with the tissues and are reflected in them. Once it returns to its origin, it will contribute to the generation of images in shades ranging from white to black. The use of echotomography as a complementary imaging examination is not common in dentistry. Possibly due to a lack of knowledge, general dentists and various specialists do not usually request it. Therefore, it is essential that dentists, specialists, and oral and maxillofacial imaging specialists recognize echotomography as a complementary examination to those produced by X-rays, due to its safety and wide use in this

\* Cirujano Dentista. Especialista en Imagenología Oral y Maxilofacial. Especialista en Protección Radiológica en Instalaciones Radiactivas. Programa de Especialización en Imagenología Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad de Talca.

\*\* Cirujano Dentista. Especialista en Imagenología Oral y Maxilofacial. Doctor en Radiología Oral. Programa de Especialización en Imagenología Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad de Talca.

discipline. The purpose of the present review is to describe the basic principles, parameters associated with the optimization of the echotomographic image, and artifacts of the technique and its uses in dentistry.

**KEY WORDS:** Ultrasonography, Oral Radiology, Dentistry.

**Fecha de recepción:** 26 de julio de 2024.

**Fecha de aceptación:** 9 de septiembre de 2024.

A. Haristoy Llano, A. Hidalgo Rivas. *Ecotomografía oral y maxilofacial, una nueva opción diagnóstica en imagenología. Principios básicos*. *Avances en Odontoestomatología* 2025; 41 (3): 152-163.

## INTRODUCCIÓN

Desde la formación de pregrado, el alumno de la carrera de odontología se familiariza con el uso de los estudios imagenológicos basados en la generación de rayos X. Dado que tanto los dientes, como los huesos maxilares y mandíbula son tejidos duros calcificados, la imagen de estos en estudios imagenológicos en base a rayos X es de una alta calidad. Tanto así, que el mismo alumno y un grupo grande de odontólogos, suelen olvidar el resto de los tejidos blandos que componen el sistema estomatognático (SE). Se ha reportado que aproximadamente un 35% de estudiantes de odontología y odontólogos no especialistas en Imagenología Oral y Maxilofacial, no tiene conocimientos en ecotomografía <sup>(1)</sup>.

El SE es el conjunto de estructuras, órganos y tejidos que se relacionan entre sí para cumplir determinadas funciones fisiológicas comunes, que permiten masticar, deglutir, hablar, respirar, sonreír incluyendo todas las expresiones faciales <sup>(2,3)</sup>. Los límites clásicos del SE en el plano frontal superior son una línea que atraviesa los arcos supraorbitarios, y en el plano frontal inferior, una línea que pasa por el hueso hioides; en el plano sagital es una línea vertical que pasa por el proceso mastoideo <sup>(3)</sup>.

El odontólogo es el profesional de la salud encargado del SE, siendo algunas estructuras de su exclusividad, mientras que otras, son compartidos con otras especialidades, principalmente de la medicina. Los tejidos blandos del SE son estructuras anatómicas que deben ser correctamente estudiadas, para lo que deben considerarse algunas técnicas imagenológicas con buen rendimiento en tejidos blandos, como son la resonancia magnética y la ecotomografía.

La resonancia magnética es una tecnología que

usa el spin de los protones de los átomos de hidrógeno que forman parte de las moléculas de agua del cuerpo humano <sup>(4)</sup>. El spin es una propiedad física de los átomos por la cual tienen un momento angular intrínseco de valor fijo <sup>(5)</sup>; esto quiere decir que estas partículas tienen la propiedad de girar sobre su propio eje. Cuando estos átomos se encuentran en estado de reposo, sus protones están orientados al azar, sin ningún orden. Sin embargo, al someterlos a un campo magnético externo, sus vectores se alinean en dirección del campo magnético aplicado <sup>(5)</sup>, de forma análoga a la orientación de la brújula con el campo magnético de la tierra. Además, los protones sometidos a un campo magnético giran en torno al eje de dicho campo magnético, al mismo tiempo que rotan sobre su propio eje <sup>(5)</sup>. Este movimiento se denomina precesión, y dependiendo de las características del campo magnético, la precesión tiene una frecuencia definida <sup>(4)</sup>. La aplicación de ondas de radio a la misma frecuencia que la precesión de los protones, es decir, en resonancia o armonía con estos, es capaz de excitar dichos protones. Esta excitación produce la emisión de energía que es parcialmente reemitida por los protones una vez suprimido este estímulo, y así, los sensores que forman parte del equipo de resonancia magnética son capaces de registrar esta energía <sup>(5)</sup>.

Para el estudio de los tejidos blandos maxilofaciales, la resonancia magnética tiene algunas limitaciones, como son un costo elevado del equipo y del estudio, además de largos tiempos en la realización de estos <sup>(4)</sup>. La claustrofobia del paciente es otra limitación, así como la necesidad de contar con instalaciones específicas y personal entrenado. Además, está contraindicada en presencia de objetos metálicos en la región de interés o próxima a esta <sup>(5)</sup>.

El estudio por ecotomografía, en tanto se basa en la emisión de haces ultrasónicos que son trans-

mitidos a través de los tejidos <sup>(6)</sup>. Parte de estos pulsos son reflejados y devueltos al punto de origen, y parte son transmitidos hasta encontrar una interfase reflectora que no permita el paso de la onda, siendo esta reflejada en dirección al origen <sup>(6)</sup>. Las ondas al ser reflejadas son usadas para crear imágenes anatómicas en tiempo real, en tonos de gris y en colores, para medir la cantidad de un determinado contenido en movimiento tal como el flujo sanguíneo <sup>(6)</sup>.

La ecotomografía también tiene limitaciones como son la imposibilidad de identificar estructuras anatómicas profundas ubicadas bajo interfases reflectoras, como son el hueso, las prótesis, cálculos y cuerpos extraños <sup>(7)</sup>. Además, su técnica es operador-dependiente y requiere de un gran entrenamiento y experiencia <sup>(8)</sup>. Pero, por otro lado, es un estudio muy barato, rápido, cómodo, indoloro y que no requiere preparación previa del paciente <sup>(9)</sup>.

El uso de la ecotomografía como examen imagenológico complementario no es algo regular en odontología. Posiblemente por desconocimiento, el odontólogo general y los diversos especialistas no suelen solicitarla. Su alto rendimiento asociado al diagnóstico de patología de tejidos blandos a nivel intraoral y maxilofacial es algo no muy conocido. Por esto es indispensable que odontólogos, especialistas y el especialista en imagenología oral y maxilofacial reconozcan en la ecotomografía un examen complementario a aquellos producidos por rayos X, debido a su inocuidad y a las muchas indicaciones que tiene en esta disciplina. El propósito de la presente revisión es describir los principios básicos, parámetros asociados a la optimización de la imagen ecotomográfica, artefactos de la técnica y usos en odontología de la ecotomografía.

**PRINCIPIOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES ECOTOMOGRÁFICAS**

La ecotomografía se fundamenta en la interacción de las ondas sonoras con los tejidos para producir una imagen. Además, al usar como complemento el modo Doppler, se puede determinar la velocidad del contenido en movimiento, como en la sangre.

Para comprender los fundamentos del estudio por

ecotomografía es necesario conocer qué es el ultrasonido. En la naturaleza, existen básicamente dos tipos de ondas; las ondas electromagnéticas y las ondas mecánicas. Las ondas electromagnéticas se forman cuando un campo magnético toma contacto con un campo eléctrico que es perpendicular al anterior <sup>(10)</sup>. Este tipo de ondas se caracteriza por no necesitar de un medio material para desplazarse, es decir, pueden viajar por el vacío, y, además, su velocidad es de 300.000 km/s, que corresponde a la velocidad de la luz en el vacío <sup>(10)</sup>. El espectro electromagnético agrupa los distintos tipos de ondas electromagnéticas, desde las de frecuencia muy baja, pasando por el espectro luz visible, hasta las radiaciones ionizantes que presentan una muy alta frecuencia y una baja longitud de onda. La frecuencia se refiere a la cantidad de ciclos que se dan en un período de un segundo y su unidad de medida es el Hertz (Hz). La longitud de onda, se expresa en unidades de distancia y es inversamente proporcional a la frecuencia. <sup>(11)</sup>. La Tabla 1 muestra la longitud de onda, energía, frecuencia y tamaño de cada tipo de onda electromagnética.

| Tabla 1. Espectro electromagnético. Longitud de onda, energía, frecuencia y tamaño referencial de cada tipo de onda electromagnética <sup>(11)</sup> . |                      |                             |                  |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|
| Tipo de Radiación                                                                                                                                      | Longitud de onda (m) | Energía- electrón volt (eV) | Frecuencia (Hz)  | Tamaño referencial |
| Onda de radio                                                                                                                                          | 10 <sup>2</sup>      | 10 <sup>-8</sup>            | 10 <sup>6</sup>  | Cancha de fútbol   |
| Microonda                                                                                                                                              | 10 <sup>-2</sup>     | 10 <sup>-4</sup>            | 10 <sup>10</sup> | Balón              |
| Infrarrojo                                                                                                                                             | 10 <sup>-5</sup>     | 10 <sup>-1</sup>            | 10 <sup>14</sup> | Célula             |
| Visible                                                                                                                                                | 10 <sup>-6</sup>     | 1                           | 10 <sup>15</sup> | Bacteria           |
| Ultravioleta                                                                                                                                           | 10 <sup>-7</sup>     | 10                          | 10 <sup>16</sup> | Virus              |
| Rayos X                                                                                                                                                | 10 <sup>-9</sup>     | 10 <sup>3</sup>             | 10 <sup>18</sup> | Molécula de agua   |
| Rayos gamma                                                                                                                                            | 10 <sup>-12</sup>    | 10 <sup>6</sup>             | 10 <sup>20</sup> | Átomo              |

Las ondas mecánicas, son aquellas originadas por la perturbación de un medio. Esta perturbación produce la vibración de partículas las que contribuyen a la creación de este tipo de onda <sup>(7)</sup>. A diferencia de las ondas electromagnéticas, las ondas mecánicas necesitan de un medio material por donde desplazarse y, además, su velocidad depende del material por donde se desplazan <sup>(7)</sup>. Las ondas mecánicas también tienen una longitud de onda y una frecuencia. El sonido es un ejemplo de onda mecánica. El oído es capaz de percibir frecuencias que van desde los 20 Hz a los 20.000 Hz o 20 kHz. Se considera un ultrasonido cuando la frecuencia es mayor a 20 kHz, por lo tanto, un ultrasonido no es audible por el ser humano <sup>(6)</sup>.

Cuando el medio por donde viajan las ondas me-

cánicas no las detiene, se dice que dichas ondas son transmitidas <sup>(6)</sup>. Si por el contrario el medio las detiene, pueden producirse dos fenómenos: 1) absorción, cuando la energía de la onda se hace cada vez más débil, y 2) reflexión, cuando la onda rebota generándose un eco <sup>(12)</sup>. Si el eco se genera desde un medio plano y liso se llama reflexión en espejo -o especular-, mientras que, si la reflexión es generada en un medio rugoso o irregular, recibe el nombre de reflexión difusa <sup>(12)</sup>. Las ondas que rebotan pueden hacerlo de forma parcial o total, y a esto se debe que, en una imagen ecográfica, se observen diferentes tonos de grises.

En la naturaleza, algunos animales usan los ultrasonidos, especialmente para ubicarse espacialmente. Los cetáceos y los murciélagos emiten ultrasonidos que son reflejados por diferentes superficies. Los ecos son percibidos por estos animales y de esa forma saben dónde se encuentran y se mantienen seguros evitando colisionar. La musaraña es otro animal, mamífero que utiliza el ultrasonido para la orientación espacial corta <sup>(6)</sup>.

En el ser humano, el ultrasonido comienza su desarrollo en el año 1881 con los científicos Pierre y Marie Curie. Al estudiar la compresión del calcio, ellos observaron que, al ser sometido a tensión mecánica, se produce una deformación que genera una polarización superficial; es decir se carga eléctricamente, emitiendo chispas <sup>(13)</sup>. En 1912 se propuso la idea de usar ultrasonidos para detectar objetos sumergidos, y entre 1914 y 1918, durante la primera guerra mundial, el ultrasonido es usado para identificar naves enemigas sumergidas <sup>(13)</sup>. En 1917, Langevin y Chilowski, desarrollan el primer generador de ultrasonidos, que se usaría para estudiar el fondo marino. Entre 1939 y 1945, durante la segunda guerra mundial, se usa para detectar submarinos, y es el sistema que pronto daría lugar al SONAR (del inglés *Sound and Navigation Ranging*). En 1942, el Dr. Dussik lo usa para detectar masas cerebrales, llamándolo hiperfonografía cerebral <sup>(55)</sup>. Luego, comenzarían rápidamente a desarrollarse equipos cada vez más modernos, que permiten realizar estudios tridimensionales, con una alta resolución, sensibilidad y especificidad <sup>(13-16)</sup>.

En la actualidad, existen 3 formatos de equipos de ecotomografía. Los hay ultras portátiles -o de bolsillo-, portátiles tipo “laptop” y estacionarios. El equipo que se seleccione depende del uso que se le quiera dar.

## TIPOS DE ESTUDIO ECOTOMOGRÁFICO

En la práctica clínica se distinguen 3 tipos de estudios ecotomográficos:

1. Ecotomografía al pie de la cama (en inglés, *bed side ultrasound*): desarrollada principalmente para lugares en donde los pacientes no tienen la capacidad o posibilidad de trasladarse, como por ejemplo en las salas de urgencia. Este tipo de estudio ecotomográfico entrega información al tratante sobre la condición del paciente, para que así éste pueda resolver de forma rápida un determinado problema. La ecotomografía al pie de la cama no necesariamente termina con la emisión de un informe imagenológico formal <sup>(14)</sup>.

2. Ecotomografía en el punto de atención (en inglés, *Point of Care Ultrasound* o POCUS): similar al anterior, pero el paciente en este caso tiene la posibilidad de trasladarse. Es el tipo de estudio que se da en los servicios de ginecología y obstetricia, cardiológicos y de estética, entre otros. El paciente asiste para que su tratante obtenga información clave en relación con el estado del paciente. Su utilidad, al igual que el tipo “al pie de la cama” se ha hecho más común en el tiempo debido a la no necesidad de un médico u odontólogo especialista en imagenología. Así, los tiempos de espera son más cortos, especialmente en aquellos casos de urgencia y que necesitan de una impresión diagnóstica inmediata <sup>(14,16)</sup>. Al igual que el tipo “al pie de la cama”, tampoco culmina necesariamente con la emisión de un informe imagenológico formal.

3. Estudio ecotomográfico formal: desarrollado por un especialista en diagnóstico por imágenes y no depende de una especialidad específica como en los casos anteriores. Algunos ejemplos de estudios realizados en esta categoría son ecotomografía de partes blandas, músculo esquelético, de tiroides, de mamas, abdominal, maxilofacial e intraoral, entre otras. Este tipo de estudio suele terminar con la emisión de un informe imagenológico formal <sup>(14)</sup>.

## ECOTOMOGRAFÍA EN ODONTOLOGÍA

En Chile, el odontólogo tiene la opción de efectuar diversos procedimientos extraorales de acuerdo con la especialidad que este tenga. Las especia-

Tabla 2. Algunos usos actuales de la ecotomografía en odontología.

|                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estudio de glándulas salivales mayores <sup>(17-23)</sup> .                                       |
| Estudio de neoplasias malignas de tejidos blandos <sup>(19,33,38)</sup> .                         |
| Estudio de músculos masticadores masétero y temporal <sup>(24-27)</sup> .                         |
| Estudio de lesiones inflamatorias y traumáticas <sup>(23,39)</sup> .                              |
| Estudios de la articulación temporomandibular <sup>(28-30)</sup> .                                |
| Procedimientos eco- guiados <sup>(38,40,41)</sup> .                                               |
| Estudio de linfonodos de las cadenas cervicales <sup>(31-34)</sup> .                              |
| Control de rellenos faciales en armonización orofacial <sup>(23,40,42-46)</sup> .                 |
| Estudio de malformaciones arteriovenosas y linfáticas a nivel maxilofacial <sup>(8,35,36)</sup> . |
| Estudio de glándula tiroides <sup>(47-49)</sup> .                                                 |
| Estudio de lesiones quísticas de tejidos blandos <sup>(37)</sup> .                                |
| Estudio tejidos periodontales, peri implantarios, lengua y mucosas <sup>(23,38,41,50,51)</sup> .  |
| Estudio de neoplasias benignas de tejidos blandos <sup>(17,23)</sup> .                            |
| Ecotomografía como complemento a la cirugía <sup>(23,38,41)</sup> .                               |

lidades Imagenología Oral y Maxilofacial, Cirugía y Traumatología Bucal y Maxilofacial, Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial, Patología Oral y Maxilofacial permiten abordar problemáticas sanitarias extraorales. Del mismo modo, el área de Armonización Orofacial ha adquirido importancia en odontología, pudiendo resolver problemáticas extraorales. La Imagenología Oral y Maxilofacial ha ido adquiriendo más importancia en el tiempo, debido al continuo desarrollo de equipos generadores de rayos X, en los que es posible obtener imágenes tridimensionales muy precisas. Estas imágenes, entregan información muchas veces clave para la realización de tratamientos. La ecotomografía, durante los últimos años ha comenzado a adquirir una mayor importancia también. Algunos usos actuales de la ecotomografía en odontología se muestran en Tabla 2.

TRANSDUCTORES

El transductor es el dispositivo activo cuya función es la generación de imágenes en escala de grises, que se observa en vivo a medida que este se desliza por la piel y por las mucosas <sup>(12)</sup>. Los primeros trans-

ductores presentes en el sistema de ecotomografía, presentaban como fuente emisora de sonidos, cristales piezoeléctricos, como el cuarzo. Los transductores modernos suelen usar una mezcla de titanato y de circonato de plomo, comúnmente conocida como PZT (del inglés, *Lead Zirconate Titanate*). El efecto piezoeléctrico consiste en que estos cristales vibran cuando se aplica un voltaje eléctrico a través de estos, y posteriormente crean ondas sonoras en forma de ultrasonidos. De forma inversa, los cristales piezoeléctricos también pueden convertir las ondas sonoras nuevamente en energía eléctrica, la que luego se procesa en forma de imágenes anatómicas <sup>(12,15)</sup>.

Los transductores pueden ser <sup>(12,15)</sup>:

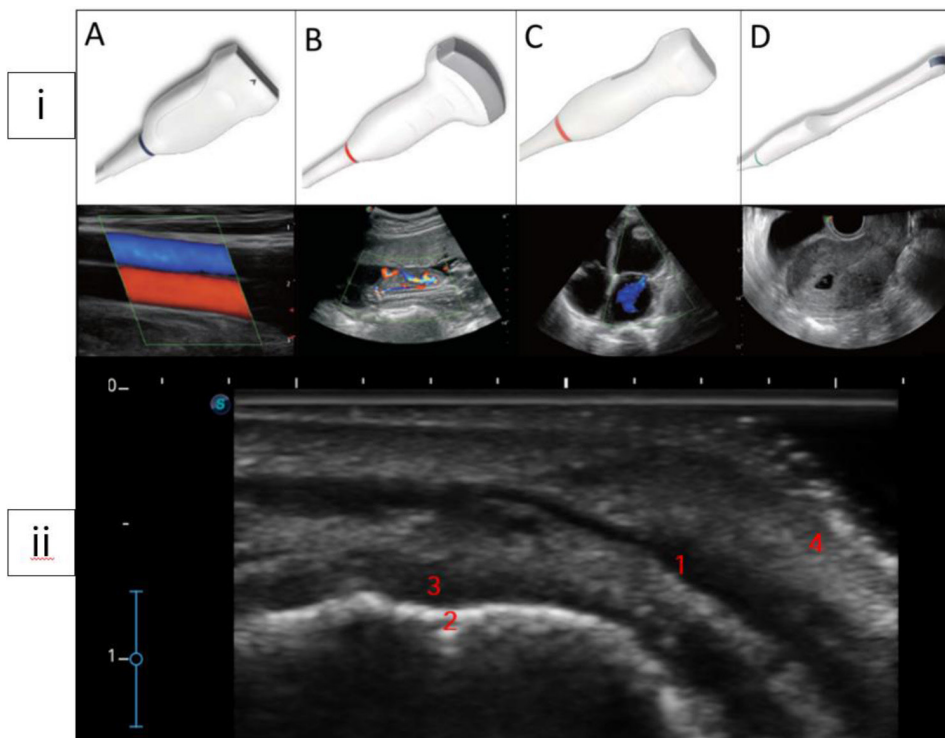
- Lineales: son de alta frecuencia dando excelente resolución superficial. La imagen obtenida es de forma trapezoidal, y sus aplicaciones son en ecotomografía músculo esquelética, dermatológica, oftalmológica, medicina estética, y de partes blandas.
- Convexos: son de baja frecuencia, lo que favorece la penetración del haz de ultrasonido, pudiendo llegar a 30 cm. Sus principales usos son en ecotomografía gineco-obstétrica y abdominal.
- Sectorial: Son de baja frecuencia. Presentan un haz ultrasónico muy estrecho en la zona proximal, siendo divergente hacia distal. Su principal uso es en ecotomografía transcraneal y cardiológica.
- Endocavitario: Similar al transductor convexo. Presentan una frecuencia media y son usados principalmente en procedimientos gineco-obstétricos.

La Figura 1 muestra las diferentes configuraciones de transductores y sus respectivas imágenes.

La posición en que el operador coloque el trans-

Tabla 3. Terminología en ecotomografía de ecogenicidades con sus ejemplos

| Término        | Descripción                                                                                                        | Ejemplos                                                                                    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hiperecogénico | Tejidos que no permiten el paso del haz ultrasónico, y se observan en color blanco                                 | Cortical ósea, piezas dentarias, cuerpos extraños, calcificaciones, aire.                   |
| Anecogénico    | Tejidos que no presentan ninguna resistencia al paso del haz ultrasónico y por lo tanto se observan negros.        | Vasos sanguíneos, cavidades quísticas rellenas de líquido, agua, saliva, ácido hialurónico. |
| Hipoecogénico  | Tejidos que permiten parcialmente el paso del haz ultrasónico y por lo tanto se observan oscuras, pero no negras.  | Músculo, dermis, grasa.                                                                     |
| Isoecogénico   | Tejidos que ecogénicamente son similares a las estructuras que los rodean, y por lo tanto suelen observarse grises | Glándulas salivales, glándula tiroides, glándulas lagrimales, dermis.                       |



**Figura. 1.**  
i: Diferentes configuraciones de transductores y sus respectivas imágenes.  
A: lineal, B: convexo, C: sectorial, D: endocavitario.  
ii: Distintos tipos de ecogenicidades. Imagen transversal de labio superior.  
1) anecogénico, 2) hiperecogénico, 3) hipoeecogénico y 4) isoecogénico.

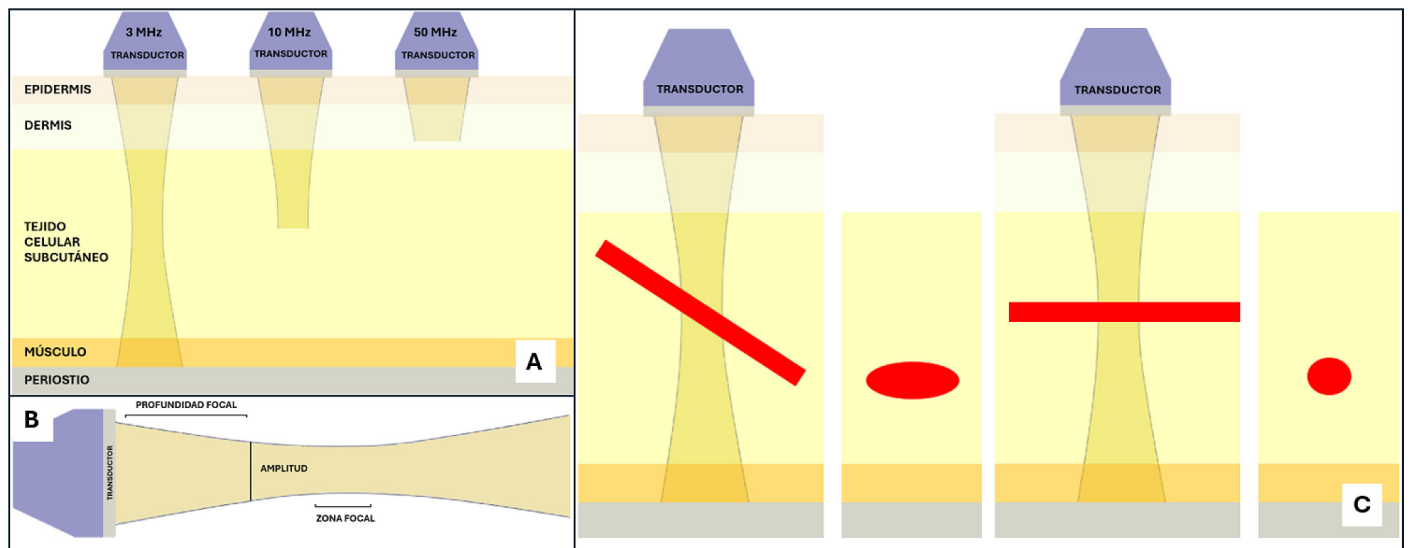
ductor sobre la región de interés no es al azar, ya que según el plano de corte tomográfico es la forma en que el operador posiciona el transductor. Para llevar a cabo una correcta posición del transductor, el operador debe fijarse que, sobre

uno de los lados de este, generalmente próximo al segmento activo, se observa una línea solevantada, una línea hundida, un punto solevantado o incluso una línea plana, llamada “marca” <sup>(15)</sup>. En imágenes ecotomográficas obtenidas en los planos sagital, parasagital y coronal, la marca debe ir siempre hacia cefálico, mientras que, en imágenes en el plano axial, o imágenes transversales, la marca irá siempre hacia la derecha de nuestro paciente <sup>(15)</sup>.

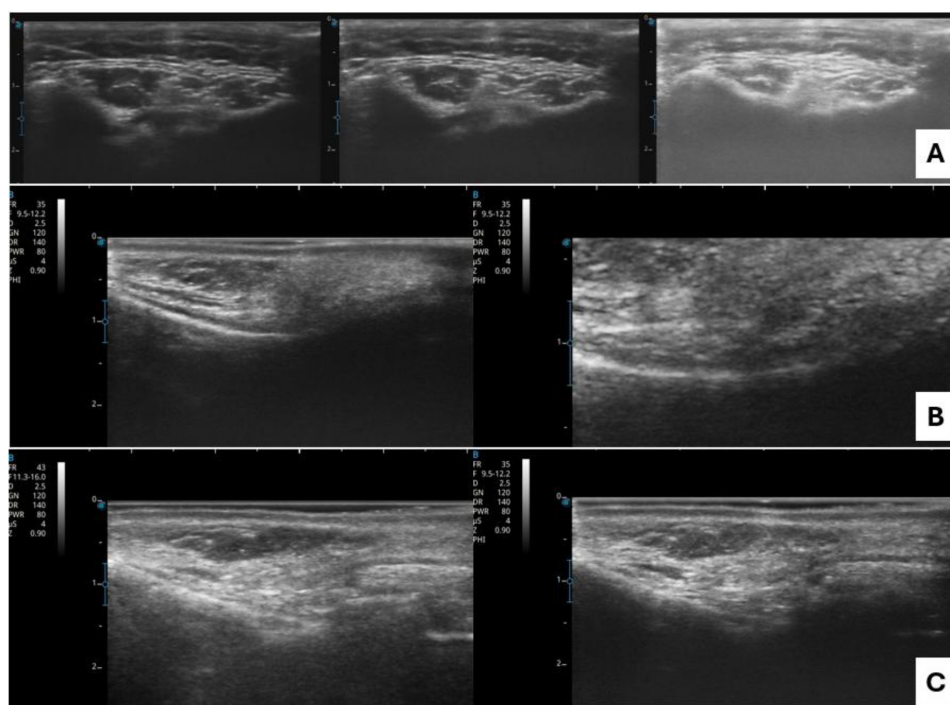
#### GEL CONDUCTOR <sup>(52)</sup>

El gel es un compuesto pegajoso de agua y propilenglicol y está formulado para mejorar la conducción de los dispositivos en la piel; es decir, el desplazamiento de este sobre la superficie de la piel. Además, la presencia del gel evita la pérdida de energía del haz de ultrasonido.

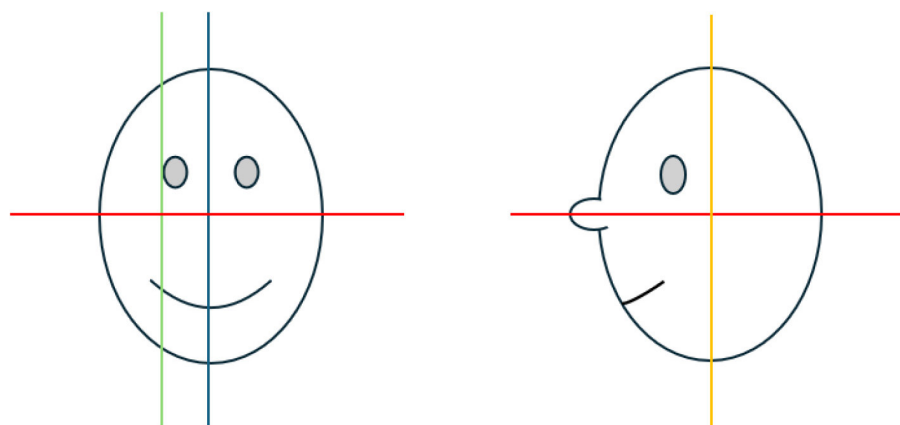
El aire tiene una alta impedancia acústica, en otras palabras, detiene y refleja el haz de ultrasonido, no llegando a los tejidos a estudiar. Por eso, interponer gel entre transductor y piel, permite que el estudio pueda ser realizado.



**Figura 2:** A: Esquema de penetración del haz de ultrasonido en relación con sus frecuencias, B: Esquema de zona focal, C: Visión de estructuras anatómicas con respecto al ángulo de incidencia.



**Figura 3.**  
A: Imágenes ecotomográficas con diferente valor de ganancia. La izquierda, baja, la central, correcta, y la derecha, alta. B: Imágenes ecotomográficas, derecha sin zoom, izquierda, con zoom., C: Imágenes ecotomográficas, derecha sin parámetro armónicos de tejidos, izquierda con opción armónicos de tejidos.



**Figura 4.** Plano anatómico. Línea roja: axial. Línea azul: sagital. Línea amarilla: coronal. Línea verde: parasagital.

Las características deseadas del gel conductor son:

- No debe dañar el transductor.
- Debe tener pH neutro, siendo inofensivo para la piel del paciente.
- Debe ser incoloro, manteniendo el transductor siempre limpio e impecable.

- Debe tener una consistencia pegajosa, para que no se escape de la zona donde ha sido impregnado.

- Debe tener olor neutro.

- No debe ser grasoso, para que sea simple de retirar una vez finalizado el estudio.

- Debe ser producido íntegramente con materias primas calificadas.

- Debe ser esterilizable al ser usado en procedimientos eco-guiados.

El gel sólido es una presentación diferente, y muy buena opción para procedimientos en los que se estudia un área en donde se encuentra una herida abierta. También en aquellas situaciones en donde se necesita separar el transductor de la superficie del paciente, con el objetivo de evitar la compresión, favoreciendo también la obtención de una mejor resolución espacial.

#### ECOGENICIDAD

En diagnóstico por imágenes existe una terminología para referirse a los diferentes tonos de gris, al color blanco y también al color negro que se presentan en la imagen diagnóstica <sup>(15,53)</sup>. La Tabla 3 describe las diferentes ecogenicidades y muestra ejemplos.

La Figura 1 muestra los distintos tipos de ecogenicidades.

#### OPTIMIZACIÓN DE LA IMAGEN ECOTOMOGRÁFICA

En los diversos equipos de ecotomografía es posible variar en algunos parámetros, lo que favorece un mejoramiento en la calidad de la imagen obtenida.

### 1. Frecuencia:

La frecuencia es un parámetro básico que puede modificarse en todos los equipos que se encuentran actualmente en el mercado. Corresponde a la cantidad de pulsos ultrasónicos emitidos por segundo. Su unidad de medida es el Hertz, siendo 1 Hertz igual a un ciclo por segundo. La frecuencia se relaciona con dos aspectos en la imagen; el primero de estos es la penetración del haz ultrasónico en los tejidos, siendo mayor a medida que la frecuencia disminuye; es decir, son inversamente proporcionales, tal como muestra la fórmula:

$$f \propto 1/\text{penetración del haz}$$

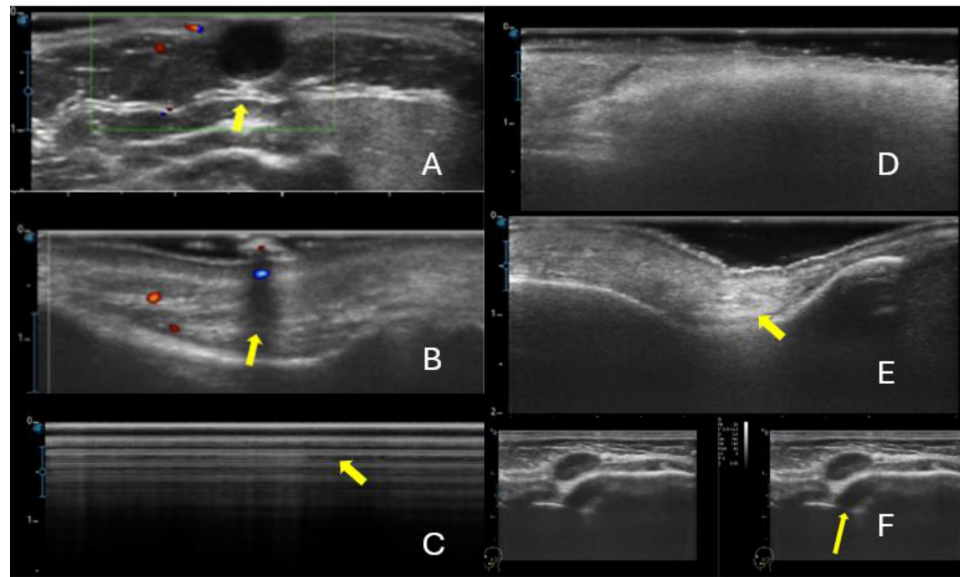
El segundo aspecto es la frecuencia, que se relaciona con la resolución de la imagen, siendo esta última mayor, a medida que la frecuencia aumenta; es decir, son directamente proporcionales, tal como muestra la siguiente fórmula:

$$f \propto \text{resolución}$$

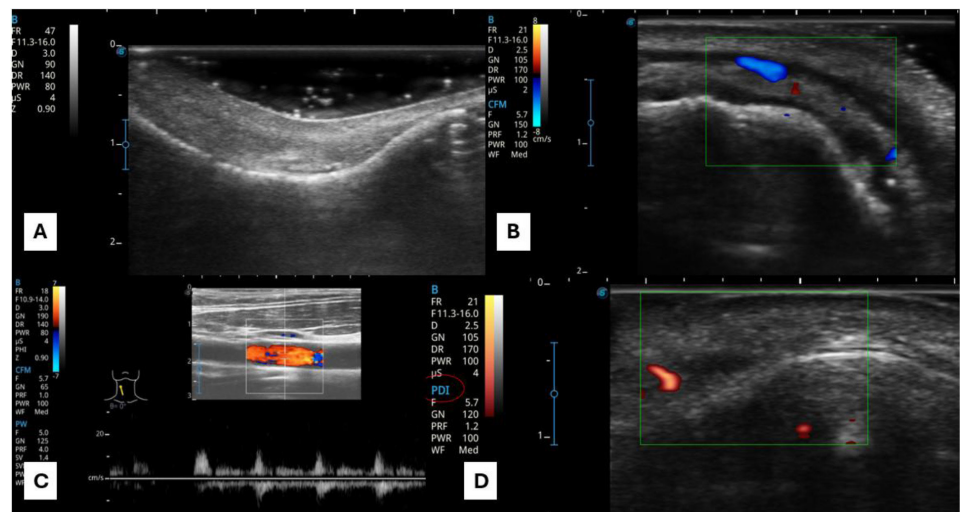
En ecografía abdominal, ginecológica y endocavitaria, es común encontrar transductores de baja frecuencia, con un máximo de 3 o 4 MHz; mientras que, en ecografía cérvico-facial, un transductor que alcance frecuencias de 16 MHz es recomendable y en ecografía dermatológica, 20 o más MHz es ideal.

Últimamente se han desarrollado transductores de alta gama, que permiten la emisión de pulsos de ultrasonido de entre 30 MHz y 100 MHz. En ecografía periodontal se están usando transductores con frecuencias de 30 MHz y más<sup>(12,15,40,54)</sup>.

La Figura 2A muestra un esquema de la penetración del haz de ultrasonido en relación con sus frecuencias.



**Figura 5:** Artefactos presentes en ecotomografía: A) Refuerzo acústico posterior, B) Sombra acústica posterior, C) Reverberación, D) Reverberación en tormenta de nieve, E) Reverberación en cola de cometa mini, F) Imagen en espejo.



**Figura 6:** Modo de imagen ecotomográfica A) Modo B. B) Modo Doppler Color. C) Modo Doppler Espectral. D) Modo Power Doppler.

### 2. Zona focal:

Cuando un haz de ultrasonidos es emitido, éste atraviesa los diferentes tejidos hasta encontrar una interfase con una alta impedancia acústica, que no permite el paso del haz. Desde su origen en el transductor, el haz de ultrasonidos es convergente hasta la zona de máxima convergencia, llamada zona focal, para luego ser divergente nuevamente. La zona focal coincide con la región en donde la resolución espacial es mayor.

En algunos equipos puede moverse la zona focal, mientras que hay otros más modernos que son multi foco; es decir, el foco se adapta automáticamente a la imagen que se está observando. Es importante señalar que el foco es más superficial en frecuencias altas, y más profundo en frecuencias bajas <sup>(12,15,40)</sup>. La figura 2 B muestra un esquema de la zona focal y sus partes.

### 3. Ganancia / *Gain*:

La ganancia corresponde a un parámetro de software que permite aumentar el brillo en estructuras profundas, aumentando la señal eléctrica <sup>(12,15,40)</sup>. La figura 3A muestra imágenes ecotomográficas con diferentes valores de ganancia, siendo menor, de izquierda a derecha.

### 4. Ángulo de incidencia:

Cuando el haz de ultrasonido incide en 90° con respecto a la estructura a observar, se obtiene la mejor reflexión de dicho haz. Si no es posible incidir en 90°, se realizan movimientos basculantes para guiar el haz de ultrasonido en la dirección correcta. Una incidencia en sentido oblicuo genera imágenes distorsionadas que pueden llevar a errores diagnósticos <sup>(13,15)</sup>. La figura 2C muestra de cómo el ángulo de incidencia varía la forma en que las estructuras anatómicas se observan en la imagen ecotomográfica.

Es importante destacar los movimientos del transductor que permiten encontrar determinadas estructuras y mejorar la visión de estas.

- Presión: Presionando puede fijarse el transductor sobre un tejido o estructura.

- Alineación / Alineamiento: Mediante movimientos antero-posteriores y latero-laterales puede encontrarse estructuras de interés.

- Rotación: Movimiento que cambia de orientación del transductor, permitiendo la observación de una estructura en su eje corto y su eje largo. Debe realizarse con cuidado, recordando la correcta orientación de este, para la correcta interpretación de las imágenes.

- Inclinación: movimiento basculante punta-talón, siendo estos, los extremos del eje mayor del extremo activo del transductor, que permite orientar el haz de ultrasonido para que este sea perpendicular a la estructura de interés <sup>(53)</sup>.

### 5. Zoom:

Es un acercamiento a la estructura o tejido a evaluar. Es importante señalar que acercar la imagen disminuye la resolución de la imagen <sup>(40)</sup>. La figura 3B muestra una imagen sin zoom, y la misma con zoom en la zona focal.

### 6. Armónicos del tejido/ *Tissue Harmonics*:

Los armónicos del tejido se refieren a la tendencia del tejido a resonar en forma de múltiplos de la frecuencia incidente transmitida por el transductor <sup>(12)</sup>. Por ejemplo, cuando se transmiten ondas de 3MHz al tejido, el tejido resonará a 3MHz, 6MHz y 9MHz. Los transductores pueden configurarse para recibir la frecuencia incidente y las frecuencias armónicas, combinándolas para crear una imagen de mayor resolución espacial. El uso de ajustes de armónicos de tejido también ayuda a reducir los artefactos <sup>(12)</sup>. La Figura 3C muestra la diferencia en las imágenes cuando se activa la opción armónicos de tejidos.

### 7. Planos:

Los planos en ecotomografía son los mismos planos anatómicos conocidos y usados en otras técnicas diagnósticas imagenológicas. Estos son: 1) Sagital, 2) Parasagital, 3) Coronal, 4) Axial. Además, el plano oblicuo puede ser combinado con los anteriores para crear planos sagitales oblicuos, parasagital oblicuo, coronal oblicuo y axial oblicuo <sup>(53)</sup>. La figura 4 muestra los planos anatómicos.

### ARTEFACTOS

Son imágenes falsas obtenidas con ultrasonido, que pueden mostrar una estructura inexistente, o bien, ocultar una existente <sup>(6)</sup>. De esta forma, los artefactos pueden llevar a errores en el diagnóstico. Los artefactos que pueden observarse en los estudios ecotomográficos son:

1. Sombra acústica posterior: es un área hipoeecogénica a anecogénica ubicada posterior o profunda a una estructura con alta impedancia acústica. Estructuras calcificadas, cuerpos extraños metálicos o calcificados y aire, pueden originar artefactos de sombra acústica posterior <sup>(6)</sup>.

2. Reforzamiento acústico posterior: se manifiesta como estructuras hipereecogénicas posteriores o profundas a áreas llenas de líquido, siendo estas contiguas. Dichas estructuras hipereecogénicas no son tales y ocurren debido a ecos poco reflectantes al interior de cavidades llenas de líquido <sup>(6)</sup>.

**3. Artefacto de reverberación:** Son ecos múltiples de estructuras, y se observan verticalmente paralelas, como es el caso de las agujas, o el aire. Estos ecos se presentan a intervalos uniformes y ecogénicamente son muy similares.<sup>(6)</sup>

**4. Artefacto de reverberación en tormenta de nieve:** Se manifiesta como puntos hiperecogénicos múltiples que producen una sombra acústica posterior. Se observa en materiales de relleno subdérmico, como el aceite de silicona, que no permite la observación de estructuras profundas a esta<sup>(42)</sup>.

**5. Artefacto de reverberación en cola de cometa.** Se observan como múltiples puntos hiperecogénicos, con artefacto de reverberación que se hace cada vez más fino hacia la profundidad. Frecuentes de observar en materiales de relleno permanente como el polimetilmetacrilato (PMMA)<sup>(34)</sup>.

**6. Artefacto de refracción en bayoneta:** se observa cuando estructura anatómica o no anatómica que es recta, se observa doblada en la imagen ecotomográfica. Esto es debido a la diferencia de velocidad de la onda ultrasónica en los tejidos, que se relaciona con la diferente impedancia acústica que estos tienen. Así, el transductor recibe la información en distintos momentos, originando este artefacto<sup>(12,40,53)</sup>.

**7. Artefacto de imagen en espejo:** es un artefacto de reverberación que se forma cuando parte del haz de ultrasonido retorna hacia el transductor, no siguiendo la misma dirección que tomó el haz de entrada; sino que toma una nueva dirección diferente, observándose la misma imagen dos veces<sup>(15)</sup>.

La Figura 5 muestra algunos de los artefactos presentes en ecotomografía.

## MODOS DE IMAGEN ECOGRÁFICA

La imagen ecotomográfica presenta los siguientes modos, que puedes activarse de acuerdo con la necesidad que se presente.

### 1. Modo B (Brillo / Bright):

Este modo convierte los ecos de reflexión en puntos brillantes. Este modo se usa en la mayoría de los equipos de ecotomografía. La intensidad del brillo es proporcional a la frecuencia del eco reflejado, es decir, si la frecuencia es mayor, se observará en la imagen en tonos blancos brillantes. Si, por el contrario, es una frecuencia menor, se observará en tonos

más oscuros. El modo B, además, muestra tejidos, estructuras anatómicas y sistemas en tiempo real.<sup>(6)</sup> (Figura 6 A)

### 2. Modo Doppler:

Se usa para encontrar vasos sanguíneos en el cuerpo. Este modo se basa en el principio que dice que la frecuencia de las ondas ultrasónicas varía cuando éstas son reflejadas en estructuras en movimiento<sup>(6)</sup>. La sangre, al contener elementos en movimiento producen lo antes mencionado. Así, el equipo es capaz de detectar estos cambios de frecuencia y en base a esto, puede definir velocidad y dirección del flujo. Es decir, cuando la sangre se acerca al transductor aumenta la frecuencia, y cuando se aleja de este, disminuye.

Hay varios tipos de imagen Doppler<sup>(53)</sup>:

● **Doppler Color (Figura 6B):** muestra imagen Doppler en tonos azulados y rojizos. Los tonos azules son aquellos que se alejan del transductor, mientras que los rojizos, son aquellos que se acercan. El brillo que tenga cada tono, también se relaciona con la velocidad de este. Es frecuente confundir la relación color-vaso sanguíneo, en donde se asocia el color rojo con arteria, y el azul con vena. Para identificar la naturaleza del vaso sanguíneo observado se pueden usar tres técnicas.

1. **Anatómica:** generalmente las arterias son mediales a las venas.

2. **Compresión:** la pared de las venas es colapsable, por lo que en la imagen Doppler, si al presionar, el vaso sanguíneo desaparece, quiere decir que es una vena; si, por el contrario, no cambia su morfología, es una arteria.

### 3. Doppler espectral.

● **Doppler Espectral (Figura 6C):** analiza la forma de la onda periódica y proporciona los datos cuantitativos para la dirección, velocidad y cantidad de flujo vascular. Este modo proporciona información del pulso vascular en las arterias y la falta de este en las venas, así como la velocidad de flujo.

● **Power Doppler (Figura 7D):** tiene una mayor sensibilidad para identificar vasos sanguíneos de calibre menor, lo que favorece el estudio de la inflamación y la infección. Todos los ecos los representa con un solo color, por lo que este modo no es capaz de iden-

tificar si la sangre se acerca o aleja del transductor, así como tampoco se puede usar en la medición de flujo y la velocidad vascular<sup>(40)</sup>.

En base a la presente revisión es posible destacar la necesidad de incorporar la ecotomografía al arsenal imagenológico usado en odontología. Esto debido a su versatilidad, su inocuidad -al no ser una técnica imagenológica basada en la emisión de radiaciones ionizantes-, y a un gran número de patologías de tejidos blandos, tanto intraorales como extraorales pueden ser diagnosticadas de mejor manera utilizando esta tecnología. La ecotomografía entrega información en cuanto a características de diferentes lesiones, vascularizadas o no, limitadas o no, encapsuladas o no, entre otras. De igual forma, el uso *Point of Care* de la ecotomografía en procedimientos relacionados con diversas especialidades odontológicas permite que éstos se realicen de forma más eficiente y precisa.

Para lo anterior, se hace necesaria la formación en profundidad de los especialistas en imagenología oral y maxilofacial en ecotomografía. Si bien es cierto que los odontólogos deben ser expertos en tejidos duros, principalmente dientes, huesos maxilares y mandíbula, los tejidos blandos pertenecientes al SE, se convierten en una nueva dimensión de estudio y diagnóstico que debe incorporarse.

## AGRADECIMIENTOS

A la compañía Medical Market por compartir imágenes de transductores.

## CORRESPONDENCIA

Alejandro Hidalgo Rivas

Dirección: Av. Lircay S/N, Facultad de Odontología, Universidad de Talca, Talca, Chile.

Teléfono: +56 71 220 0476

Correo electrónico: ahidalgo@utalca.cl

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Osman G, Sessiz R, Akkaya N, Ozturk H. Awareness level of dentists and dental students about radiation doses of dental imaging methods. *Int J Radiat Res* 2021; 19:729-36.
- Susanibar F, Douglas CR, Dacillo C. Aspectos fisiológicos de los receptores estomatognáticos y su importancia en la terapia de motricidad orofacial. In: Marchesan IQ, Silva HJ, Berretin-Felix G. *Terapia Fonoaudiológica en Motricidad Orofacial*. São José dos campos, Pulso, 2013.
- Mizraji M, Bianchi R, Manns A. Sistema estomatognático. *Actas Odontol* 2012; 9:35-47.
- van Geuns RJ, Wielopolski PA, de Bruin HG, Rensing BJ, van Ooijen PM, Hulshoff M, et al. Basic principles of magnetic resonance imaging. *Prog Cardiovasc Dis* 1999;42: 149-56.
- Jaramillo L. Introducción a los principios básicos de la resonancia magnética I. *Rev Salud Uis* 1994; 22:19-29.
- Hee-Jin K. Anatomía ecográfica de la cara y el cuello para procedimientos mínimamente invasivos. Una guía anatómica para procedimientos ecoguiados 2023. 1° Ed. Editorial Amolca.
- Cral WG. Ultrasonography and facial aesthetics. *Aesthetic Plast Surg* 2022;46:999-1000.
- Avilés G, Vaccaro H, Díaz L, Amor F, Iturra A, León M, et al. Curva de aprendizaje para el diagnóstico ecográfico específico de masas anaxiales. *Rev Chil Obstet Ginecol* 2021; 86:137-51
- Genc A, Ryk M, Suwala M, Zurakowska T, Kosiak W. Ultrasound imaging in the general practitioner's office - a literature review. *J Ultrason* 2016; 16:78-86.
- Wdowiak A, Mazurek P, Wdowiak A, Bojar I. Effect of electromagnetic waves on human reproduction. *Ann Agric Environ Med* 2017;24:13-8.
- Allison R. The electromagnetic spectrum: current and future applications in oncology. *Future Oncol* 2013; 9:657-67.
- Shriki J. Ultrasound physics. *Crit Care Clin* 2014;30:1-24. doi: 10.1016/j.ccc.2013.08.004.
- Nadrljanski M, Culpo G, Murphy A, et al. History of ultrasound in medicine. Disponible en <https://radiopaedia.org/articles/8660> . Consultado el 7 de julio de 2024.
- Hashim A, Tahir MJ, Ullah I, Asghar MS, Siddiqi H, You-saf Z. The utility of point of care ultrasonography (POCUS). *Ann Med Surg (Lond)* 2021;71:102982. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102982
- Bhargava S. Principles and practice of ultrasonography 2020. 3° Ed. The Health Sciences Publisher, New Delhi-London.
- Maw AM, Huebschmann AG, Mould-Millman NK, Dempsey AF, Soni NJ. Point-of-care ultrasound and modernization of the bedside assessment. *J Grad Med Educ* 2020;12:661-5.
- Delli K, van Ginkel MS, Vissink A, Stel AJ, van der Vegt B, Spijkervet FKL, et al. Can salivary gland ultrasonography replace salivary gland biopsy in the diagnosis of Sjögren's syndrome? *Clin Exp Rheumatol* 2022;40:2443-9.
- Luciano N, Ferro F, Bombardieri S, Baldini C. Advances in salivary gland ultrasonography in primary Sjögren's syndrome. *Clin Exp Rheumatol* 2018;36:159-64.
- Ettl T, Schwarz-Furlan S, Gosau M, Reichert TE. Salivary gland carcinomas. *Oral Maxillofac Surg* 2012;16:267-83.
- Brown JE. Salivary gland diseases: presentation and investigation. *Prim Dent J* 2018;7: 48-57.
- Bialek E, Jakubowski W. Mistakes in ultrasound examination of salivary glands. *J Ultrason* 2016;16:191-203.
- Kim DH, Kang JM, Kim SW, Kim SH, Jung JH, Hwang SH. Utility of ultrasonography for diagnosis of salivary gland sialolithiasis: a meta-analysis. *Laryngoscope*

- 2022;132:1785-91.
23. Konishi M, Ando T, Miyauchi M, Kakimoto N. Ultrasonographic features of mass lesions in the oral submucosal epithelium using intraoral ultrasonography. *Head Neck* 2023; 45:2829-38.
24. Reis Durão AP, Morosolli A, Brown J, Jacobs R. Systematic review. Masseter muscle measurement performed by ultrasound. *Dentomaxillofac Radiol* 2017;46:20170052. doi: 10.1259/dmfr.20170052.
25. Azlag Pekince K, Caglayan F, Pekince A. Imaging of masseter muscle spasms by ultrasonography: a preliminary study. *Oral Radiol* 2020;36: 85-8.
26. Lee HJ, Choi YJ, Lee KW, Hu KS, Kim ST, Kim HJ. Ultrasonography of the internal architecture of the superficial part of the masseter muscle in vivo. *Clin Anat* 2019; 32: 446-52.
27. Diracoglu D, Sabhaz T, Alptekin K, Dogan N. Effects of ultrasound-assisted botulinum neurotoxin-A injection in patients with bruxism and masseter hypertrophy. *Turk J Phys Med Rehabil* 2021; 67:351-6.
28. Kim JH, Park JH, Kim JW, Kim SJ. Can ultrasonography be used to assess capsular distention in the painful temporomandibular joint? *BMC Oral Health* 2021;21:497. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01853-0>.
29. Torres-Gaya J, Boscà-Ramón A, Marqués-Mateo M, Valverde-Navarro A, García-San Segundo MM, Puche-Torres M. Temporomandibular joint arthrocentesis guided by ultrasonography: an anatomical study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2021;122:e27-e31.
30. De Nordenflycht D, Tesch RS. Advantages of ultrasound guidance for TMJ arthrocentesis and intra-articular injection: a narrative review. *Dent Med Probl* 2022;59:647-56.
31. Goense L, Meziani J, van Rossum PSN, Wessels FJ, Lam MGEH, van Hillegersberg R, et al. Cervical ultrasonography has no additional value over negative 18F-FDG PET/CT scans for diagnosing cervical lymph node metastases in patients with oesophageal cancer. *Eur Radiol* 2018;28:2031-7.
32. Bagci N, Peker I, Gündüz T. Evaluation of lymph node findings in patients with and without odontogenic infection: a clinical and ultrasonographic study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2024;29:e195-e202.
33. Wu PH, Chang YC, Liao LJ. IgG4-Related disease presenting as cervical lymphadenopathy. *J Med Ultrasound* 2019; 27: 43-6.
34. Gonzalez G, Fernández M, Aleman C, Alcantara M. El A, B, C, de la evaluación ganglionar con ultrasonidos. Sociedad Española de Radiología Médica. Disponible en <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/306> Consultado el 20 de julio de 2024.
35. Cotofana S, Albertshofer M, Schenck T, Bertucci V, Belezny K, Ascher B, et al. Anatomy of the superior and inferior labial arteries revised: an ultrasound investigation and implication for lip volumization. *Aesthet Surg J* 2020;40:1327-35.
36. Kolarkodi S, Alnafisah A. Arteriovenous malformation of the lip: a rare case report. *Cureus* 2020;12:e8979. doi: 10.7759/cureus.8979.
37. Astaraki P, Baghchi B, Ahadi M. Diagnosis of acute nasal fractures using ultrasound and CT scan. *Ann Med Surg (Lond)* 2022;78. doi: 10.1016/j.amsu.2022.103860.
38. Nilsson O, Knutsson J, Landstrom F, Magnuson A, von Beckerath M. Ultrasound-assisted resection of oral tongue cancer. *Acta Otolaryngol* 2022;142:743-8.
39. Tucunduva M, Tucunduva- Neto R, Saieg M, Costa A, de Freitas C. Vascular mapping of the face: B-mode and doppler ultrasonography study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016;21:e135-41.
40. Ilnatsenka B, Boezaart A. Ultrasound: basic understanding and learning the language. *Int J Shoulder Surg* 2010;4:55-62.
41. Noorlag R, de Bree R, Witjes M. Image-guided surgery in oral cancer: toward improved margin control. *Curr Opin Oncol* 2022; 34:170-6.
42. Wortsman X, Wortsman J, Orlandi C, Cardenas G, Sazunic I, Jemec GB. Ultrasound detection and identification of cosmetic fillers in the skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2012;26:292-301.
43. De Cabo- Francés F, Alcolea J, Bové-Farré I, Pedret C, Trelles M. Ecografía de los materiales de relleno inyectables y su interés en el seguimiento diagnóstico. *Cir Plást Iberolatinoam* 2012;38:179-87.
44. Urdiales-Gálvez F, De Cabo-Francés F, Bové I. Ultrasound patterns of different dermal filler materials used in aesthetics. *J Cosmet Dermatol* 2021;20:1541-8.
45. Schelke L, Farber N, Swift A. Ultrasound as an educational tool in facial aesthetic injections. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2022;10:e4639. doi: 10.1097/GOX.0000000000004639.
46. Derindag G, Sarica I, Caglayan F. Examination of oral hemangiomas by intraoral ultrasonography. *Oral Radiol* 2021;37:687-92.
47. Hart J, Lloyd C, Harvey C. Ultrasound of the thyroid. *Br J Hosp Med (Lond)* 2008, 69:M68-71.
48. Ha EJ, Baek JH, Lee JH. Ultrasonography-based thyroidal and perithyroidal anatomy and its clinical significance. *Korean J Radiol* 2015;16:749-66.
49. Hee-J, Kwan-Hyun, Ji-Soo, You Soo, Sung Ok, Jongju Na. Anatomía ecográfica de la cara y el cuello para procedimientos mínimamente invasivos; una guía anatómica para procedimientos eco guiados 2023. 1º Ed. Editorial Amolca.
50. Chan HL, Kripfgans O. Dental ultrasound in periodontology and implantology 2021. 1º Ed. Editorial Springer.
51. Liu Y, Zhu J, Guo H, Li W, Li J, Wang Y, et al. Buccal mucosa assessed by ultrasonography in healthy adults: methodology and determination of normal appearance. *Ultrasound Med Biol* 2019;45:1297-1305.
52. Riguzzi C, Binkowski A, Butterfield M, Sani F, Teismann N, Fahimi J. A randomised experiment comparing low-cost ultrasound gel alternative with commercial gel. *Emerg Med* 2017;34:227-30.
53. Choi HI, Choi YH, Cheon JE, Kim WS, Kim IO. Ultrasonographic features differentiating thyroglossal duct cysts from dermoid cysts. *Ultrasonography* 2018;37: 71-7.
54. Tavelli L, Barootchi S, Majzoub J, Chan HL, Giannobile WV, Wang HL, Kripfgans OD. Ultrasonographic tissue perfusion analysis at implant and palatal donor sites following soft tissue augmentation: a clinical pilot study. *J Clin Periodontol* 2021;48:602-14.
55. Shampo MA, Kyle RA. Karl Theodore Dussik--pioneer in ultrasound. *Mayo Clin Proc* 1995;70:1136. doi: 10.4065/70.12.1136.