

TITULO: MÉTODOS DE ABLACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE LAS METÁSTASIS HEPÁTICAS

AUTORES:

- MARÍA BELÉN RODRÍGUEZ SANZ ¹, ALICIA AGUADO DE BENITO ²

ANDREA GONZÁLEZ DE GODOS¹, GEMA MARÍA NIETO ROMERO DE ÁVILA¹, FRANCISCA MORENO RACIONERO², ANGEL MARTIN LOUREDO MENDEZ ².

DIRECCIÓN PRIMERA AUTORA: PASEO DE ZORRILLA 155-3º-C
47008 VALLADOLID

CENTRO DE TRABAJO:

¹ SERVICIO DE CIRUGÍA GENERAL Y APARATO DIGESTIVO. HOSPITAL UNIVERSITARIO RIO HORTEGA.

² SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Y APARATO DIGESTIVO. COMPLEJO ASISTENCIAL UNIVERSITARIO DE PALENCIA

RESUMEN

Las técnicas de ablación son cada vez más utilizadas en el tratamiento de tumores hepáticos tanto primarios como metastásicos, dado su bajo riesgo de complicaciones graves, lo que permite el inicio temprano de terapias adyuvantes y preserva el parénquima hepático funcional, permitiendo tratamientos repetidos en el momento de la reaparición. La radiofrecuencia y microondas, dos de las modalidades de ablación térmica, han evolucionado de tal manera que ya se aplican con intención curativa. Además, la ablación térmica ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de tumores en etapa temprana y puede ofrecerse como tratamiento de primera línea en pacientes con enfermedad no complicada. La ablación hoy en día, no logra los resultados oncológicos similares a la cirugía, siendo esta última actualmente considerada la modalidad de tratamiento local de primera línea en las guías internacionales.

El objetivo de este trabajo es la descripción de los diferentes métodos de ablación que se disponen en la actualidad.

Palabras clave: ablación térmica, métodos de ablación

ABSTRACT

Ablation techniques are increasingly used in the treatment of both primary and metastatic liver tumors, given their low risk of serious complications, which allows the early initiation of adjuvant therapies and preserves the functional liver parenchyma, allowing repeated treatments at the time of reappearance. Radiofrequency and microwaves, two of the modalities of thermal ablation, have evolved in such a way that they are already applied with curative intent. In addition, thermal ablation has been shown to be effective in the treatment of early-stage tumors and may be offered as a first-line treatment in patients with uncomplicated disease. Ablation today does not achieve oncological results similar to surgery, the latter being currently considered the first-line local treatment modality in international guidelines.

The objective of this work is to describe the different ablation methods that are currently available.

Keywords: thermal ablation, ablation methods

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de ablación local de tumores también denominadas técnicas de ablación tumoral guiadas por la imagen agrupan al conjunto de procedimientos en el que el “estímulo terapéutico” es administrado selectivamente en el área tumoral conservando indemne el resto del parénquima no tumoral. En las dos décadas anteriores, las terapias ablativas con componentes químicos o energía térmica han emergido como un tratamiento efectivo para el control con criterio curativo de pequeños tumores primarios o metastásico del hígado (1).

La ablación tumoral hace referencia a la destrucción de tejido neoproliferativo a través del uso de una fuente química o de energía que conlleve la producción de calor, frío y/o alteración de la homeostasis celular. En la actualidad existen numerosos métodos de ablación, que se pueden clasificar en: químicos, térmicos, con material genético y con semillas radioactivas (2). La completa ablación tumoral y la curación del paciente pueden ser una posible meta en casos seleccionados, en otros casos se puede conseguir un aumento

de la supervivencia o una mejora sintomática. En patología hepática es frecuente que la vía de administración de dicho estímulo sea percutánea (3), pero ocasionalmente el acceso quirúrgico, a través de laparotomía o laparoscopia combinada o no con resección hepática, puede ofrecer considerables ventajas.

Existen diversos métodos de terapias ablativas; Las técnicas más comúnmente empleadas en el intervencionismo oncológico no vascular son la ablación química mediante etanol, por frío, por radiofrecuencia (RF), láser o microondas (4).

Todas ellas se consideran técnicas mínimamente invasivas. Presentan sobre los procedimientos quirúrgicos convencionales resectivos al menos tres ventajas:

1. La posibilidad de tratar pacientes sin indicación quirúrgica.
2. Una morbimortalidad reducida y una mejor tolerancia por el paciente.
3. Un coste económico por procedimiento reducido.

El tratamiento de ablación efectivo se basa en el éxito de cuatro pasos críticos interdependientes:

- **Identificación del tumor:** el uso de imágenes transversales (TC o RM) mejoradas con contraste intravenoso, proporcionan una evaluación óptima de la definición de los márgenes tumorales. Más recientemente, algunos investigadores han aplicado el uso de TC transcatéter durante la arteriografía hepática a través de la arteria hepática para facilitar la identificación del tumor y la evaluación del punto final de la ablación. Otra opción para facilitar la identificación del tumor es el uso de la fusión de imágenes, que permite el uso de conjuntos de datos de MRI/CT/PET registrados durante intervenciones guiadas por ultrasonido o CT para la planificación de la ablación.
- **Planificación de la ablación:** Para lograr márgenes de ablación suficientes (>5 mm) alrededor del tumor, la clave es una planificación cuidadosa del procedimiento. Un estudio ha informado que los márgenes de 10 mm o más están asociados con la ausencia

de progresión local del tumor dentro de un período de seguimiento de 24 meses.

- **Colocación de la sonda de acuerdo con el plan:** La colocación precisa de la sonda en el tumor diana puede facilitarse mediante sistemas de navegación estereotáctica que tengan en cuenta la ubicación, la forma y el tamaño del tumor, así como la distancia entre las agujas de ablación. El abordaje percutáneo de la ablación generalmente se prefiere al abordaje quirúrgico debido a la menor morbilidad posterior al tratamiento y la estancia hospitalaria más corta. Las tasas de complicaciones mayores notificadas oscilan entre el 3,1 y el 4,4 % para la ablación laparoscópica, entre el 9,6 y el 32 % para la ablación abierta y entre el 0 y el 4,7 % para la ablación percutánea.
- **Evaluación de la administración del tratamiento:** Márgenes de ablación mínimos suficientes se consideran un factor técnico esencial para reducir las tasas de progresión tumoral local. Un margen de ablación mínimo de > 5 mm se considera esencial para lograr tasas aceptables de control tumoral local (15 %). Si los márgenes mínimos de ablación son > 10 mm, las tasas de recidiva caen significativamente a 0-5 %, que es el punto final de tratamiento deseado para la ablación.

Un tratamiento completo debe de obtener una necrosis completa del tumor más un margen de 5 a 10 mm alrededor del borde externo de la lesión (análogo a un margen quirúrgico), pero respetando el parénquima sano y las estructuras vulnerables. El tratamiento óptimo requiere:

- Colocación adecuada del dispositivo
- Suministro de energía suficiente
- Verificación de los márgenes de ablación

El avance en los sistemas de navegación, realidad aumentada, reconstrucción 3D, control de resultados y los nuevos sistemas de ablación, permitirá en un futuro próximo que el *gold standard* para los tumores de 3cm o menores en el hígado sea la ablación percutánea (80%) o laparoscópica (20%);

ésta última en tumores periféricos o en combinación con tratamientos quirúrgicos. Los diferentes tipos de ablación más utilizados en la actualidad los describimos a continuación (Tabla 1).

Tabla 1: Métodos de ablación hepática y su modo de acción

| | |
|--|--|
| <p>Radiofrecuencia (RFA) Calor</p> | <p>Corriente eléctrica de alta frecuencia (rango 350-500 KHz) pasa a través de un electrodo, creando calor por fricción que destruye los tejidos y las células. El calentamiento directo por FRA se produce a unos pocos milímetros de la aguja, pero se crea una zona de ablación final cuando la conducción térmica empuja el calor hacia zonas más periféricas alrededor del electrodo.</p> |
| <p>Microondas (MWA) Calor</p> | <p>Forma de ablación térmica que utiliza ondas electromagnéticas en las frecuencias del espectro de energía de microondas (915 MHz o 2,45 GHz en las técnicas ablativas) para producir efectos de calentamiento tisular. En el tejido, el calentamiento se produce porque el campo electromagnético (EM) obliga a las moléculas de agua a oscilar. Las moléculas de agua ligadas tienden a oscilar fuera de fase, por lo que parte de energía EM es absorbida y convertida en calor.</p> |
| <p>Láser (LITT) Calor</p> | <p>La terapia termal inducida por láser (LITT) es una técnica de ablación tumoral percutánea que utiliza láseres de alta potencia colocados intersticialmente en el tumor para administrar la terapia. Los sistemas modernos utilizan sistemas de diodo laser pequeños, compactos y de alta potencia con aplicadores activamente enfriados para ayudar a evitar que el tejido se carbonice durante el procedimiento.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Ultrasonido focalizado de alta intensidad (HIFU)</p> <p>Calor</p> | <p>Es una tecnología que utiliza ondas de ultrasonido para ablación de tejidos. La terapia HIFU puede transportar energía en forma de ondas de ultrasonido a través de diferentes tejidos a un objeto determinado. Produce un aumento de la temperatura (efecto térmico) y otras interacciones biológicas, siendo la más significativa la cavitación acústica, de una manera absolutamente no invasiva. Es el único procedimiento que no requiere la inserción de una aguja o antena en el interior del cuerpo del paciente.</p> |
| <p>Crioablación</p> <p>Frío</p> | <p>Es un tratamiento para matar las células cancerosas con frío extremo. Durante la crioablación, se inserta una aguja delgada en forma de vara (criosonda) directamente en el tumor. Se bombea un gas a la criosonda (nitrógeno líquido o gas argón) para crear un frío intenso con el fin de congelar y destruir el tejido enfermo, y luego se permite que éste se descongele. El proceso de congelación y descongelación puede repetirse varias veces durante la misma sesión del tratamiento.</p> |
| <p>Electroporación irreversible (IRE)</p> <p>No térmica</p> | <p>Es una técnica de ablación de tejidos que utiliza campos eléctricos ultracortos pero fuertes para crear nanoporos permanentes y letales en la membrana celular, para interrumpir la homeostasis celular. La IRE aplica varias series de pulsos eléctricos (90 pulsos) de 1500 a 3000 V. El IRE afecta solo a la membrana celular a la vez que preserva el andamiaje extracelular, por lo que las estructuras del lumen como los vasos sanguíneos, conductos biliares e intestino permanecen patentes y pueden regenerarse.</p> |

ABLACION CON RADIOFRECUENCIA (ARF)

Es una técnica muy utilizada; es la modalidad de ablación percutánea basada en energía más antigua y más estudiada hasta la fecha. Esta técnica utiliza corriente eléctrica alterna de alta frecuencia, en el rango de radiofrecuencia de 200 a 1200 Mhz, que se vehiculiza al área tumoral mediante un electrodo de aguja colocado en el tejido diana ya sea por vía percutánea o laparoscópica. El procedimiento debe realizarse con sedación o anestesia general, porque suele ser doloroso. El electrodo-aguja se coloca en el tumor percutáneamente o durante la cirugía, en general con guía ecográfica. La ecografía permite guiar la aguja en tiempo real y un buen control de la evolución del tratamiento, que debido a la ebullición del líquido intracelular se manifestará como áreas ecogénicas (5). Técnicamente consiste en la aplicación de una corriente eléctrica alterna entre 460 - 500 kHz, mediante un electrodo de radiofrecuencia directamente dentro del tumor que retorna a través de una paleta a tierra que se pone en la superficie cutánea. El campo electromagnético inducido produce oscilación de los iones del tejido, así como

calor por fricción, llevando a una necrosis por coagulación y muerte celular a temperaturas entre 60 - 100 °C (6).

La eficacia del tratamiento con RFA está limitada por las características del tejido, cuando aumenta la impedancia se limita la zona de ablación y el fenómeno descrito como “dispersión del calor” en áreas cercanas ya que la transferencia de calor generada por el electrodo in vivo es contrarrestada por la perfusión vascular de alto flujo. Para mitigar estas limitaciones se han desarrollado varias estrategias como el uso de modo bipolar con múltiples electrodos y sistema de enfriamiento de electrodo (7). Puede realizarse tanto vía percutánea, siempre guiada radiológicamente con US o TC, como por vía intraoperatoria guiada por US. Según algunos estudios, se consigue la ablación del 90% de tumores < 2 cm.

El mecanismo de muerte celular en la RFA se basa en la disipación de la energía eléctrica como calor de fricción (Fig. 1). Por lo tanto, la efectividad de la RFA depende de la conductividad de los tejidos, que está fuertemente correlacionada con el contenido de agua. Las temperaturas por encima de 100°C conducen a la deshidratación y carbonización del tejido, lo cual es una barrera intrínseca para un mayor calentamiento en la RFA. Este umbral de temperatura limita la capacidad de calentamiento de una sonda RFA y también hace que la RFA sea especialmente sensible al efecto disipador de calor de la sangre que fluye en los vasos adyacentes.

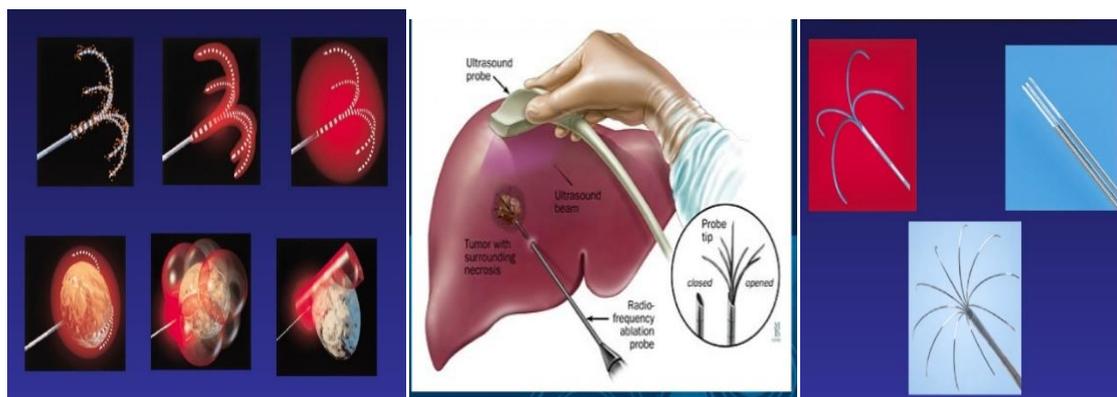


Figura 1: dispositivo en la técnica de radiofrecuencia guiado por ecografía

Indicaciones y limitaciones: las indicaciones y limitaciones de la ARF se indican en la tabla 2.

Tabla 2: indicaciones y limitaciones de la ablación por radiofrecuencia

| Indicaciones | Limitaciones |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Hepatocarcinomas en estadio A de la clasificación Child-Pugh - Estadio B de cirrosis - Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG) entre 0-1 - Tumor de dimensiones <5 cm (idealmente <3 cm) - Lesión focal nodular - Lesión solitaria y múltiple - Presencia de invasión vascular - Sepsis - Debilidad extrema - Cirrosis clase C de Child-Pugh - Coagulopatía no corregible | <ul style="list-style-type: none"> - En tumores > 3 cm no se consigue la necrosis completa del tejido tumoral - Es de difícil acceso para tumores cercanos a estructuras vasculares - Es de difícil acceso para determinados segmentos hepáticos (p.e: seg. 1) vía percutánea - Las lesiones subcapsulares pueden fragmentarse en el interior del peritoneo - La vesícula biliar puede dañarse durante la ablación de los segmentos IVb y VI - En hígados con cirrosis multinodular el manejo con US es más complicado - Los pacientes tratados de HHC con ARF tienen tasas de supervivencia a los 5 años entre el 33% y el 55% |

La ablación por radiofrecuencias se realiza utilizando uno de tres métodos:

- Cirugía convencional o abierta.
- En forma percutánea, en la cual los electrodos se insertan a través de la piel y en la zona del tumor.
- Cirugía laparoscópica.

Complicaciones: La ablación por radiofrecuencia hepática se asocia con una tasa de complicaciones del 3,1% (8) y se pueden dividir en tempranas y tardías (más de 30 días). Las complicaciones se asocian al número de sesiones realizadas y no al tamaño tumoral ni al tipo de equipo utilizado. Mulier en el año 2002 describió que las complicaciones mediante radiofrecuencia por vía percutánea, laparoscópica o laparotomía fueron de 7,2%, 9,5% y 9,9% respectivamente. Las complicaciones vasculares (hemobilia y pseudoaneurismas) ocurren entre el 0,5 % y el 1 %. La siembra de tumores y la formación de abscesos ocurren en el 0,3 %-2 % de los casos (9). La tasa de complicaciones graves entre el 2,2 y el 3,1% y la tasa de complicaciones

menores entre el 5 y el 8,9% (10) que generalmente son transitorios y autolimitados.

Riesgos y beneficios: En la tabla 3 se describes los riesgos y beneficios de la radiofrecuencia. La mortalidad es de 0-0,5%. Las causas más comunes de muerte pueden ser sepsis, insuficiencia hepática, perforación de colon y trombosis de la vena porta, mientras que las complicaciones más comunes fueron sangrado intraperitoneal, absceso hepático, lesión del conducto biliar, descompensación hepática y quemaduras por placa de conexión a tierra.

Tabla 3: Riesgos y beneficios de la radiofrecuencia

| BENEFICIOS | COMPLICACIONES |
|--|--|
| Tumores hepáticos no apropiados para la resección quirúrgica | Infección (1.1%) |
| Tasa de éxito en tumores pequeños hepáticos >85% | Dolor de hombro |
| Poco comunes las complicaciones del tratamiento | Colecistitis aguda |
| Se puede usar repetidamente para tumores recurrentes. | Obstrucción biliar por lesión de los conductos biliares (1%) |
| El método percutáneo es un tratamiento mínimamente invasivo | Perforación intestinal por el calor |
| Es un procedimiento relativamente rápido igual que la recuperación | "Síndrome de post-ablación" en 25% |
| Es menos costosa que otras opciones de tratamiento. | Hemorragia intrabdominal (1.6%) generalmente autolimitada |
| Genera pocas complicaciones y no requiere hospitalización | Lesión de órganos vecinos (3-5%) |
| | Absceso en la zona de la ablación del tumor posteriores al tratamiento (81%) |

| | |
|--|-------------------------------|
| | Dolor agudo |
| | Siembra neoplásica (0.2-2.8%) |

ABLACIÓN POR MICROONDAS (MWA)

La ablación por microondas (MWA) es una tecnología ablativa más reciente, posterior a la radiofrecuencia; comenzó a utilizarse con fines médicos a mediados de los años 70 del siglo pasado. La técnica se basa en la utilización de ondas electromagnéticas. El campo electromagnético genera una destrucción por calor homogéneo causando la necrosis por coagulación del tejido tumoral. La radiación por microondas es generada por ondas electromagnéticas a determinada frecuencia, desde 900 a 2450 MHz. Mediante este procedimiento se consigue la reducción del tumor y/o su ablación completa (11). Entre las mejoras en la AMO de última generación se observa un acortamiento del tiempo de ablación y la generación de un campo intenso de forma casi esférica que mejora la extensión de coagulación del tejido.

La ablación por microondas emplea la histéresis dieléctrica para producir calor. Esto es la realineación forzosa y constante de moléculas polares (principalmente H₂O) mediante un campo eléctrico oscilante que, a través de la fricción y aumento de energía cinética, incrementa la temperatura del tejido. Por lo tanto, aquellos tejidos con mayor porcentaje de H₂O serán mejores conductores y, por ende, más susceptibles a esta técnica (12).

Existen diferentes formas de realizar MWA (percutánea, laparoscópica o cirugía abierta). El enfoque percutáneo ofrece varias ventajas, es el menos invasivo, relativamente costoso, se puede realizar de forma ambulatoria y se puede repetir para tratar tumores recurrentes. Todos los pacientes deben someterse a ecografía (US), tomografía computarizada (TC) con contraste o resonancia magnética (RM) mejorada con gadolinio para delinear el tumor objetivo antes del MWA (Fig. 2) Para destruir posibles micrometástasis o focos microscópicos alrededor del tumor y evitar la progresión local del tumor, se ha recomendado la ablación con un margen de 5-10 mm alrededor del tumor.

Su principal ventaja es que reduce o elimina el efecto disipador de calor, lo que puede ofrecer algunas ventajas potenciales sobre la RFA en función de

la proximidad del tumor a los principales vasos intra-hepáticos logrando incluso zonas de ablación >5 cm.

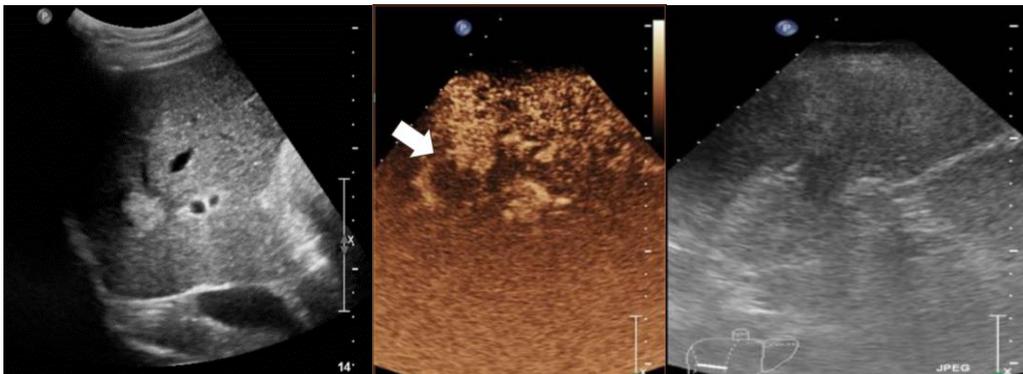


Figura 2: Ecografía modo B (izquierda) y con contraste (centro). Previo a la ablación por microondas (izquierda) se ve una lesión hiperecogénica redondeada. La ecografía a las 24 horas tras el tratamiento (derecha) mostraba una lesión hipoeecogénica sin realce

Indicaciones y Contraindicaciones:

1. **Indicaciones:** las Guías Clínicas sobre ablación de tumores hepáticos por microondas, recomiendan su utilización tanto con intención curativa como paliativa. Las indicaciones de tratamiento curativo coinciden con los criterios de Milan (13). Las indicaciones actuales (incluye el colangiocarcinoma intrahepático) se resumen en la figura 3.
2. **Contraindicaciones:** destaca su uso en pacientes con marcapasos u otros implantes electrónicos que podría deberse a las elevadas temperaturas que se alcanzan en las ablaciones (por encima de 100°C) y que se transmite a las zonas adyacentes, ascitis en cantidad moderada-severa, pacientes con encefalopatía hepática, otras contraindicaciones serían (Fig. 3)

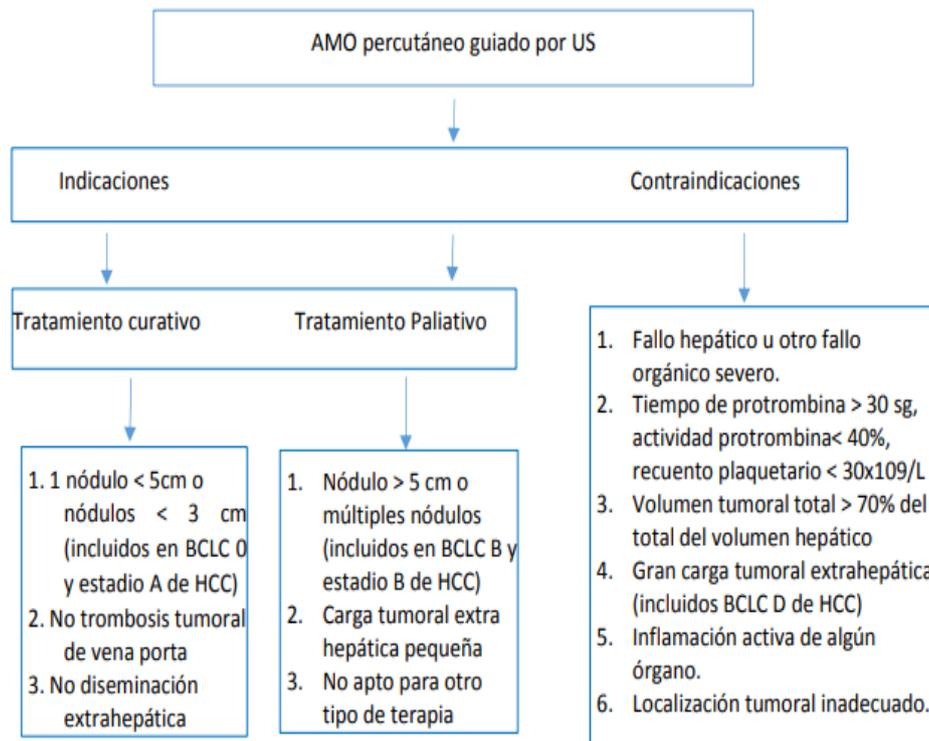


Figura 3: indicaciones y contraindicaciones de la AMO

Complicaciones: La tasa global de complicaciones es del 8%. Según el sistema de clasificación de complicaciones de la sociedad de Radiología intervencionista (SIR) (14) se dividen en complicaciones mayores con una incidencia del 2,2-3,1% y menores del 5-8,9% (Tabla 4).

Tabla 4: complicaciones de la ablación con microondas

| Complicaciones Mayores | Complicaciones Menores |
|------------------------------------|--|
| Dolor | Lesión conductos biliares |
| Febrícula y malestar general | Sangrado severo |
| Síndrome post-ablación | Absceso hepático |
| Derrame pleural asintomático | Perforación del colon e intestinal |
| Hematoma perihepático asintomático | Quemaduras en la piel |
| | Siembra células neoplásicas |
| | Pueden producir infartos hepáticos o hematomas intrahepáticos. |

Ventajas e Inconvenientes: (15)

A. Ventajas:

- Precisa menos sesiones para una ablación efectiva y menos tiempo para la ablación
- Alcanza altas temperaturas con mayor efectividad en lesiones adyacentes a estructuras vasculares mayores de 2 mm
- Reduce el efecto sumidero (aquel que provocan los vasos sanguíneos cercanos al tejido al enfriar las zonas tumorales adyacentes y disminuir el efecto térmico que aumenta el riesgo de perímetros de ablación incorrectos dificultando la ablación completa del tumor), disminuyendo la tasa de recidiva.
- Márgenes perilesionales más efectivos que son fácilmente analizados mediante las técnicas de imagen.
- Se podría emplear en tumores de tamaño grande y también para paliar el dolor
- Se pueden colocar varios electrodos al mismo tiempo, alcanzando así áreas de ablación de mayor tamaño

B. Inconvenientes:

- La energía termal es inherentemente más difícil de generarse
- El intento de reducir la superficie del cable conlleva una pérdida de potencia e incrementa el calor del propio cable
- Es más complicado obtener un dispositivo seguro y eficiente que ablacione el tejido tumoral
- Efecto disipador del calor o “heat sink effect” que es la dispersión de la energía a través de los vasos sanguíneos próximos a la lesión

En los últimos años se ha realizado una comparativa entre la ablación con radiofrecuencia y la ablación con microondas en todos sus aspectos. En la tabla 5 mostramos las características de similitud y diferencias de cada técnica.

Tabla 5: comparación de método de ablación por radiofrecuencia y microondas

| ARF | AMO |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Corriente eléctrica • Precisa almohadilla de conexión a tierra (riesgo de quemaduras) • La carbonización de tejido y la ebullición aumentan la impedancia y reducen la energía eléctrica y la conductividad • Menor T^a intratumoral • Más dolor tras el procedimiento • Zona de ablación no predecible • Efecto sumidero • Tratamiento de nódulos solitarios y lesiones múltiples • Mayor duración de las sesiones • Menor volumen de ablación • Tasa de complicaciones similares • Contraindicados los clips metálicos y marcapasos | <ul style="list-style-type: none"> • Energía electromagnética • No precisa almohadilla de conexión a tierra (riesgo de quemaduras por elevada T^a) • Calentamiento del tejido rápido y homogéneo • Polarización iónica • Elevada T^a intratumoral • Menor dolor post procedimiento • Zona de ablación predecible • Menor susceptibilidad al efecto sumidero • Tratamiento simultáneo de lesiones múltiples • Menor duración de las sesiones • Mayor volumen de ablación • Inicialmente, los clips quirúrgicos no estarían contraindicados, pero si están contraindicados los pacientes con marcapasos e implantes eléctricos. |

ABLACION CON ELECTROPORACIÓN IRREVERSIBLE (IRE)

La electroporación irreversible o IRE es una técnica ablativa novedosa que ha ganado notoriedad en la última década; ésta debe su auge a su mecanismo de acción no conocido en su totalidad y que no implica daño térmico. La electroporación se refiere al fenómeno por el cual la membrana de cualquier célula resulta permeable a iones y otras macromoléculas cuando se le expone a campos eléctricos de magnitud elevada (habitualmente por encima de los 400 V/cm) en cortos periodos de tiempo (microsegundos o nanosegundos).

La electroporación irreversible (IRE) es un proceso que aplica pulsos de corriente eléctrica entre electrodos. Se ha demostrado que la técnica causa muerte celular dentro de una zona de ablación en el hígado entre estos electrodos. Es una modalidad de ablación no térmica basada en la aplicación de campos eléctricos pulsados de alto voltaje que se crean entre electrodos colocados dentro y alrededor de un tumor (16).

El mecanismo de acción consiste en inducir poros en la membrana celular que conducen a la apoptosis celular; ha demostrado su capacidad para destruir el tejido sin presentar los efectos indeseables de la ablación térmica tales como el «heat sink effect». Asimismo, mantiene la integridad de la matriz extracelular, por lo que estructuras como los vasos sanguíneos y los ductos biliares no son afectadas por la electroporación irreversible. El mecanismo de muerte puede ser desde apoptosis a necrosis por coagulación, pero habitualmente no suele ser un mecanismo dependiente de la elevación de la temperatura del tejido (17).

Habitualmente en la práctica clínica se usa un campo eléctrico que varía entre 1.000-1.500V/cm. El pulso eléctrico debe ser aplicado exactamente 50µs después de la onda R para que coincida con el periodo refractario absoluto del miocardio en el ciclo cardiaco. Es necesario que los pacientes se encuentren bajo anestesia general y bajo efecto de relajantes de la placa muscular tales como el rocuronio para evitar las contracciones musculares que desencadenan los pulsos. (Fig. 4).

Mejores resultados oncológicos en lesiones menores de 3cm y cuando el volumen del tumor supera los 5cm³ se describe un mayor riesgo de recidiva local. La eficacia y viabilidad de la IRE en la ablación perivascular es una de sus grandes ventajas habiéndose reportado ablaciones con una proximidad media a los grandes vasos sanguíneos de <0,5cm, sin observar trombosis o estenosis en el seguimiento (18).

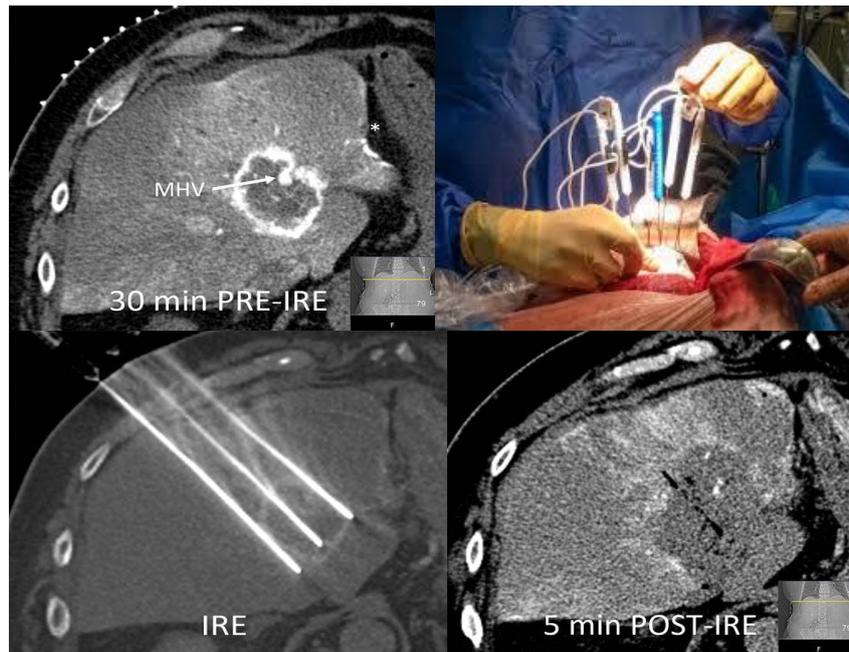


Figura 4: imagen de TAC, técnica y resultado de la electroporación

Ventajas e Inconvenientes de la Técnica IRE: Es una tecnología actualmente en expansión que probablemente tendrá un futuro espléndido en los próximos años por el desarrollo, entre otras medidas, de nuevos generadores más potentes que actualmente están en fase de diseño. Los posibles beneficios e inconvenientes de la electroporación irreversible se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: ventajas y desventajas de la técnica IRE

| |
|--|
| <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza no térmica, lo que permite la ablación en estructuras vitales o cerca de ellas. • Eliminación de los efectos del calor y el frío. • Obtención de imágenes (TC o ecografía) en tiempo real durante el procedimiento de la zona sometida a ablación. • Zona de ablación identificable debido a la precisión en la localización tumoral. • Posibilidad de realizar la ablación de múltiples lesiones o múltiples ablaciones de una sola lesión en una única sesión. • Dolor escaso o inexistente después del tratamiento debido a la escasa inflamación que se produce en el procedimiento. • Resolución rápida de la lesión, debido a la cicatrización que se produce, con células que delimitan y eliminan las dañadas. • Menos eventos adversos con preservación del tejido. <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de pulsos eléctricos con posibilidad de estimular la contracción muscular o inducir arritmias cardíacas. • Riesgos asociados a la anestesia general y a la parálisis muscular. • Recursos, tiempo y costes requeridos para la anestesia general. • Elevada velocidad del procedimiento, lo que impide posibles ajustes del tratamiento durante el procedimiento; el pulso es generado y aplicado instantáneamente. • Necesidad de elevada precisión en la colocación de los electrodos. • Riesgo de sangrado, a causa de la no posibilidad de coagulación en la zona próxima a la inserción de los electrodos. |
|--|

Indicaciones y Contraindicaciones: Frecuentemente el IRE se aplica para los tumores hepáticos con localización central. La electroporación irreversible puede administrarse más de una vez, y puede ser utilizada para tratar tanto la enfermedad residual como nuevas lesiones; al ser una técnica no térmica, se puede efectuar por vía abierta o percutánea (con ayuda de ecografía o TAC). Las indicaciones y contraindicaciones se describen en la tabla 7

Tabla 7: indicaciones y contraindicaciones del IRE

| Indicaciones IRE | Contraindicaciones IRE |
|--|--|
| Tumores no aptos para resección quirúrgica ni ablación térmica | Pacientes con implantes cardíacos, marcapasos o desfibriladores |
| Tumores de localización central | En lesiones cerca de dispositivos electrónicos implantados |
| Tratamiento de enfermedad residual y nuevas lesiones | En lesiones cerca de dispositivos implantados con partes metálicas |
| Tratamiento de lesiones de 3-4 cm de longitud | Pacientes con epilepsia, arritmias cardíacas o infarto de miocardio reciente |
| Se puede realizar por vía percutánea o abierta (Eco TAC) | |

Complicaciones: La ablación con IRE presenta una serie de efectos secundarios y complicaciones que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8: complicaciones de la ablación IRE

| Complicaciones generales | Complicaciones locales |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Arritmias cardíacas | Neumotórax |
| Aumento transitorio de la TA | Derrame pleural |
| Hiperpotasemia | Hematoma en sitio de actuación |
| Acidosis metabólica | Dolor por hiperestimulación muscular |

CRIOABLACIÓN

La crioterapia se basa en la formación de cristales intracelulares mediante temperaturas de -35°C , que inducen la necrosis celular y su efecto se

intensifica por ciclos de congelación-descongelación. La técnica conlleva el empleo de sondas a través de las que se hace circular nitrógeno líquido o gas argón a temperaturas inferiores a los -196°C . La crioterapia es uno de los métodos utilizados para destruir las metástasis hepáticas. Se describió por primera vez en 1963

Este método requiere la colocación de una sonda especial cerca del sitio del cáncer. La sonda se utiliza para suministrar frío extremo al sitio, que es producido por nitrógeno líquido o gas argón. La colocación de la sonda puede estar guiada con ecografía o tomografía computadorizada (una radiografía especial). El proceso de congelación rápida destruye las células cancerosas y reduce el tamaño del cáncer.

La crioterapia se basa en la formación de cristales intracelulares mediante temperaturas de (-35°C) , que inducen la necrosis celular y su efecto se intensifica por ciclos de congelación-descongelación (Fig. 5 y 6). Fue uno de los primeros métodos ablativos empleados en el hepatocarcinoma y en las metástasis hepáticas, pero habitualmente requieren laparotomía y el número y gravedad de las complicaciones acaecidas con este método lo han hecho caer en desuso (19).

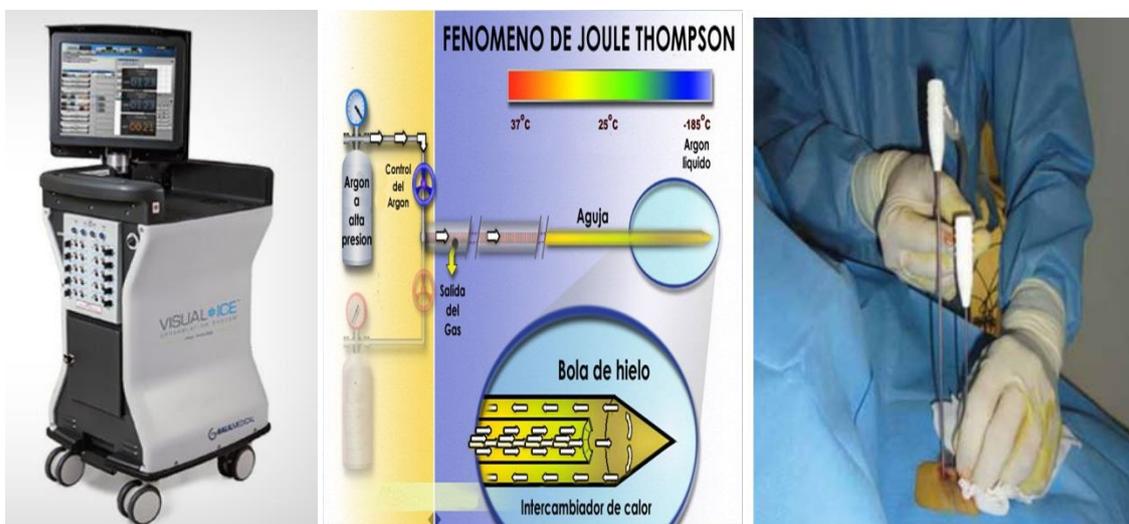


Fig. 5: técnica de criablación y colocación percutánea de criosondas.

Indicaciones y contraindicaciones (20)

1. Indicaciones:

- La crioterapia puede estar indicada cuando las metástasis se limitan al hígado.
 - En pacientes con lesiones aparentemente resecables, pero comorbilidades cardíacas o pulmonares extensas y reserva hepática limitada
 - En lesiones anatómicamente irresecables.
 - Las lesiones bilobulares y las lesiones muy próximas a los principales vasos sanguíneos o conductos biliares
2. Contraindicaciones:
- No se han definido contraindicaciones absolutas para la crioterapia.
 - No se considera apropiada para un paciente con lesiones anatómicamente resecables con pocas o ninguna comorbilidad.
 - Tampoco está indicado para pacientes con metástasis extrahepáticas.
 - Está contraindicada de forma relativa cuando el número de lesiones es mayor de 6.

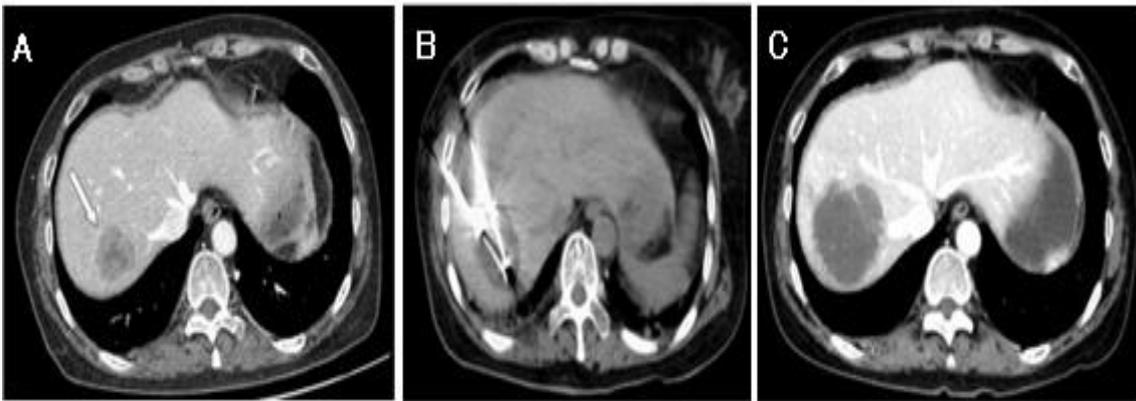


Figura 6: **A:** imagen en fase portal de TC con lesión de baja atenuación. **B:** Imagen de la TC sin contraste durante la crioablación. El parénquima hepático adyacente mostró un cambio de baja densidad durante el ciclo de congelación. **C:** TC de seguimiento sin realce del contraste de la lesión, que sugiere una remisión completa.

Ventajas e Inconvenientes de la Crioblación (21): se describen en la tabla 9

Tabla 9: Ventajas e inconvenientes de la crioblación

| Ventajas Crioblacion | Inconvenientes Crioblacion |
|---|--|
| Menor tiempo de recuperación | Coste elevado |
| Tiene efecto anestésico. Suele requerir poca anestesia | Indicaciones limitadas |
| Respeto estructuras vasculares de mediano y gran calibre | Precisa mayor tiempo para alcanzar la congelación durante la técnica |
| Se pueden tratar múltiples lesiones simultáneamente de forma percutánea | |
| Mantiene la estructura proteínica íntegra, que favorece respuesta inmunitaria (IL-2, IL-6...) | |

Complicaciones: La morbilidad de la crioterapia está entre 15% y 20%, con una mortalidad de hasta 4%. (Tabla 10)

Tabla 10: Complicaciones de la crioblación hepática

| Complicaciones leves | Complicaciones graves |
|-----------------------------|---|
| Derrame pleural | Trombocitopenia |
| Hemorragia | Coagulación intravascular diseminada |
| Mioglobinuria | Fallo renal |
| Hemoperitoneo | Cracking (estallido hepático por congelación) |
| Biliperitoneo | Crioshock que conlleva a FMO |
| Abscesos hepáticos | |
| Fistulas biliares | |

ABLACION CON ULTRASONIDOS DE ALTA INTENSIDAD (HIFU)

Las siglas HIFU (**High-Intensity Focused Ultrasound**) o **ultrasonidos focalizados de alta intensidad**; es una tecnología reciente, no ionizante y no invasiva de destrucción focal; se trata de un tipo de técnica o procedimiento

que se basa en la aplicación de ondas sónicas focalizadas y dirigidas específicamente a una zona diana u objetivo, con el fin de provocar la muerte o necrosis de determinadas células de los organismos vivos. El funcionamiento de esta técnica basa su efectividad en el hecho de que las ondas sonoras, concentradas en un área al ser aplicadas en un haz, terminan por generar energía calorífica que produce hipertermia en las áreas objetivo. También genera una fuerza mecánica, en forma de vibración, que permite que los tejidos sean comprimidos o descomprimidos (22).

Este procedimiento es no invasivo, ya que no requiere de cirugía o de elementos químicos, y presenta como ventaja que no genera daños en los tejidos que se encuentren entre el lugar de emisión del ultrasonido y el área objetivo.

La aplicación de ultrasonidos focalizados de alta intensidad (HIFU) es un sistema de ablación transcutánea similar a la litotricia extracorpórea, que tiene por objetivo conseguir una elevación de temperatura localizada y necrosis por coagulación completa del tumor en el menor número de sesiones posibles. En la aplicación sobre el hígado, la tecnología HIFU transcutánea ha tenido que superar considerables desafíos como son los movimientos respiratorios y tiempos de aplicación prolongados. Sin embargo, los últimos avances tecnológicos hacen de él un sistema de ablación focal atractivo (Fig. 7)

Los ultrasonidos de alta intensidad HIFU producen la muerte y destrucción de las células tumorales por lesión térmica, ya que alcanza temperaturas de alrededor de 80° C, con destrucción total de células. Permite reducir el volumen de la lesión y en algunas ocasiones eliminarla por completo, es preciso combinarla con otros tratamientos (quimioterapia/inmunoterapia) con los que se genera un efecto sinérgico mejorando la supervivencia de nuestros pacientes (23).

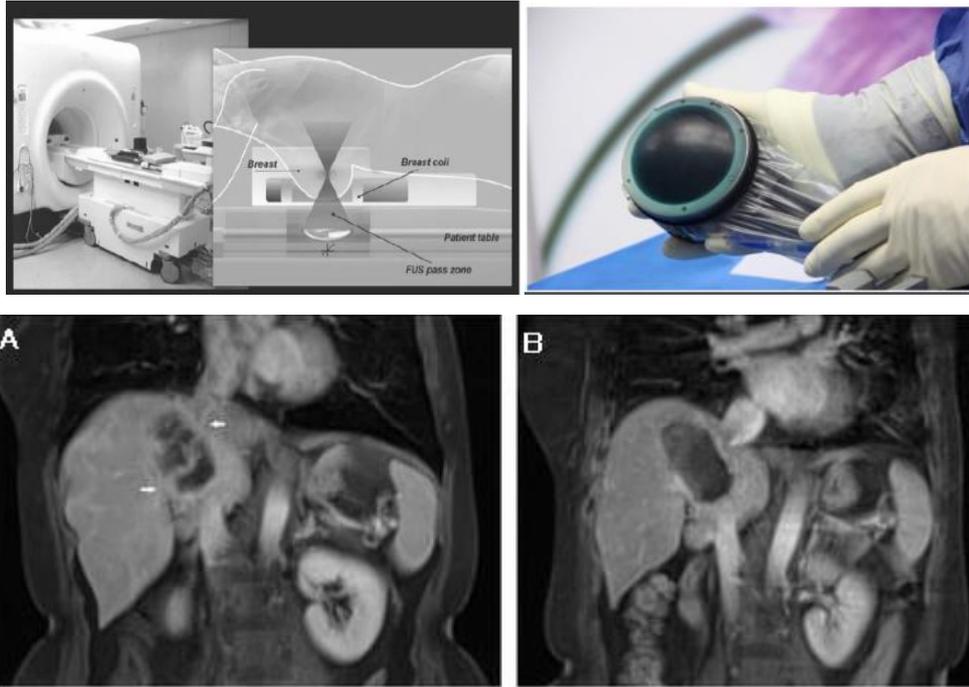


Figura 7: Imagen superior: tratamiento ablativo guiado por imagen HIFU y dispositivo. Imagen inferior. **A:** RMN con contraste mostró una lesión hepática ubicada entre el 1.º y el 2.º porta (flecha blanca). **B:** zona no perfundida completa (punta de flecha blanca) de todo el tumor después de la ablación con HIFU

La focalización del ultrasonido produce una ablación por necrosis coagulativa debido a un aumento rápido de la temperatura (más de 70 °C) en el punto focal. La brevedad de la ablación tiene varias ventajas potenciales. Esta brevedad limita la aparición de microburbujas y otros artefactos de ultrasonido, lo que permite la visualización del área ablacionada en tiempo real. Además, la ablación HIFU se ve menos alterada por el efecto disipador de calor que la RFA o la MWA (24). Recientemente se han comunicado en varias series orientales porcentajes de respuesta sostenida superiores al 30 % en tumores irresecables primarios y secundarios con los nuevos sistemas de focalización del haz de ultrasonidos.

Ventajas:

- Es un tratamiento indoloro y no invasivo y no requiere período de recuperación.
- Permite eliminar gran parte o toda la lesión tumoral sin ninguna punción, corte, cicatriz ni agresión a tejidos no afectados. Esto permite un ingreso hospitalario muy corto con una rápida recuperación del paciente.

- Estimula la respuesta inmunitaria antitumoral: Las áreas de la periferia del tumor no son accesibles al tratamiento para no lesionar tejido sano.
- Reduce el riesgo de infección o de introducción de elementos tóxicos.
- HIFU puede mejorar la calidad de vida, reducir o eliminar el dolor relacionado con tumor y proporcionar una reducción de volumen de las lesiones neoplásicas grandes.

Indicaciones:

- Como tratamiento coadyuvante de otras terapias
- Como tratamiento de recidivas o incluso como tratamiento paliativo.
- Cuando hay rechazos a transfusiones.
- Cuando no es posible la resección quirúrgica.
- permite tratar tumores primarios y metastásicos que no son candidatos al tratamiento mediante cirugía convencional debido a su localización, a la presencia de lesiones a distancia o debido a determinadas características del paciente.

Contraindicaciones:

- Personas que tengan problemas autoinmunes o un sistema inmune alterado o debilitado
- Personas con heridas abiertas
- Alteraciones de coagulación
- Pacientes con procesos febriles o en estado de hipertermia.
- Pacientes portadores de implantes metálicos al menos en la zona a tratar o en sus cercanías.
- Pacientes con marcapasos (dado el riesgo de que las ondas sónicas puedan afectar al implante)
- Insuficiencia renal
- Diabetes severa o enfermedades metabólicas.
- Tampoco en áreas como pulmón, estómago o intestino dado que el gas que contienen limita su efecto.

Complicaciones: Las complicaciones (25) se relacionan con lesiones térmicas adyacentes al órgano o a la vía del haz de ultrasonido y con el

derrame pleural artificial. Pueden ser de 3 tipos según se describen en la tabla 11

Tabla 11: complicaciones de la ablación con ultrasonidos de alta intensidad

| C. MAYORES | C. MENORES | C. TARDÍAS |
|--|--|---|
| Obstrucción biliar Derrame pleural sintomático Neumotórax Fístula de pared a tumor Perforación intestinal Quemaduras tercer grado | Engrosamiento de piel, eritema Dolor muscular /dolor abdominal Náuseas Quemaduras primer y segundo grado Derrame pleural asintomático Disnea y fiebre Sensación de hormigueo | Rotura diafragmática Fractura costal |

ABLACION CON NANOTHERMIA / ONCOTHERMIA

La Hipertermia Oncológica es una técnica electro modulada no invasiva e indolora eficaz en el tratamiento de tumores con altas temperaturas cuya eficacia para destruir las células del tumor de forma no invasiva sin dañar el tejido sano está científicamente demostrada. Sus beneficios eran de sobra conocidos de la antigua Grecia como Hipócrates y utilizados frecuentemente por la medicina árabe. La Oncothermia fue fundada en 1988 por Szasz.

Su función principal es la de generar un campo electro alterno fractal (sin emitir radiación alguna) gracias a dos electrodos: uno fijo ubicado en la superficie de la cama sobre la que se tumba el paciente, y otro móvil a través de un brazo articulado que se enfoca en el tumor primario o las metástasis.

La nanothermia o electrohipertermia modulada (mEHT) es una técnica de última generación asociada al tratamiento del cáncer. Es un tratamiento complementario y de apoyo frente a múltiples tipos de tumores. Es un tratamiento que interviene de manera selectiva y directamente sobre las células cancerosas inhibiendo su actividad, estimulando la respuesta inmunológica del paciente, provocando la destrucción de las mismas, e incluso, ayudando eficazmente a reducir el dolor del paciente. Es un tratamiento efectivo en monoterapia, pero lo más aconsejable es utilizarla de manera combinada con otros tratamientos sistémicos como la radioterapia y/o quimioterapia por su

acción sinérgica ya que con este aumento de temperatura, se consigue aumentar la oxigenación de las células cancerosas (cuyo metabolismo es normalmente hipóxico o bajo en oxígeno), haciéndolas así más sensibles a los tratamientos de quimio y/o radioterapia- potenciando así sus efectos y reduciendo considerablemente las secuelas nocivas derivadas de los mismos (26).

La oncothermia modifica la temperatura del tumor, produce cambios en la circulación transmembrana de electrolitos, e induce expresión de factores de apoptosis o muerte celular. (Fig. 8).



Figura 8: sistema médico de nanothermia (arriba). Ilustración esquemática del dispositivo de Oncothermia EHY-2000 y cómo actúa sobre el paciente (abajo).

Esta técnica aplica calor al tumor empleando energía electromagnética; logra un aumento permanente de la temperatura en el área tumoral, sin radiación. Los protocolos internacionales suelen recomendar realizar de 2 a 3 sesiones a la semana, dejando un día de descanso entre ellas, hasta un total de 12 sesiones, coincidiendo con el tratamiento de quimioterapia y radioterapia o en monoterapia. El tiempo de cada sesión suele ir de 1 hora a 1 hora y media, en función de la patología del paciente (27).

Beneficios (28):

- Tratamiento no invasivo sin efectos secundarios. Es selectivo, y si se aplica junto a otras técnicas clásicas (quimioterapia/radioterapia), reduce las consecuencias nocivas de éstas y mejora la eficacia del tratamiento antitumoral.
- Incrementa los efectos terapéuticos de la quimioterapia y la radioterapia; se puede aplicar con ellas, previa o después de la cirugía.
- Reduce el tamaño de tumores en estado muy avanzado de desarrollo junto a los medios convencionales
- Mejora la respuesta inmune al eliminar células malignas por apoptosis
- Facilita a veces la cirugía y se puede aplicar tras la cirugía.
- Es un tratamiento indoloro. Además, conduce a un aumento de la inmunogenicidad y reduce efectivamente el dolor del paciente.
- Aumento de la temperatura vascular y permite que las terapias convencionales como la quimioterapia y radioterapia resulten más efectivas en áreas mal vascularizadas en las que existe una falta de oxígeno, dado que vasculariza las zonas resistentes y elimina las zonas hipóxicas.
- Mayor capacidad para destruir las células tumorales por inducción de apoptosis, un mecanismo molecular que se produce en el interior de las células por el que nuestro organismo elimina las células innecesarias, infectadas y las potencialmente cancerígenas.
- El sistema de Nanothermia se adapta a su modulación al tipo de cáncer del paciente. Cada tumor recibirá un tratamiento distinto y se aplicarán unas variables adaptadas a sus características.
- Define con exactitud dónde está el tumor y atacar únicamente a las células con cáncer, de manera individual y sin afectar a las células sanas.
- La célula no se destruye ni crea necrosis, que este proceso se convierte en un veneno para el cuerpo.

Contraindicaciones: Las contraindicaciones de este tratamiento deben ser evaluadas de forma personal en cada caso y se describen en la tabla 12.

Tabla 12: contraindicaciones de la nanothermia- Oncothermia

| CONTRAINDICACIONES |
|--|
| Pacientes trasplantados o inmunosuprimidos |
| Mujeres embarazadas |
| Pacientes inconscientes, sin sensibilidad física |
| Pacientes con marcapasos o implantes electrónicos |
| Pacientes con prótesis metálica o reservorio metálico (Port-a-Cath) próxima a zona de aplicación |
| En pacientes con heridas abiertas, en la zona a aplicar. |
| Los pacientes con epilepsia |
| Personas que se hayan realizado implantes de silicona. |
| Si existe derrame pleural, ascitis u otros tipos de acumulación de líquidos. |

TERAPIA TÉRMICA INTERSTICIAL CON LÁSER (LITT)

La termoterapia láser intersticial (LITT) o percutánea (PLA) de lesiones neoplásicas es una aplicación mínimamente invasiva de la Terapia Láser Termoablativa y representa una alternativa atractiva a la resección quirúrgica para el tratamiento de pacientes con enfermedades localizadas, como tumores. Brown realizó la primera ablación térmica con láser intersticial en 1983.

La terapia térmica intersticial con láser (LITT) es una técnica quirúrgica mínimamente invasiva que permite la biopsia y la ablación térmica de los tumores. En la termoterapia intersticial inducida por láser, las metástasis hepáticas se tratan con láser mediante una sonda colocada debajo de la piel. El procedimiento es uno de los tratamientos mínimamente invasivos (29)

LITT utiliza energía láser enviada a un objetivo a través de un catéter de fibra óptica, que daña las proteínas intracelulares y ADN, y posterior muerte celular. LITT proporciona una clara demarcación entre ablación y tejido sano.

La sonda láser guiada por resonancia magnética utilizada en LITT (Fig. 9) puede llegar a una lesión profunda, reduciendo potencialmente el riesgo de complicaciones. Se trata de un procedimiento de destrucción tisular, usando el calor generado por la absorción de la luz. La Terapia Térmica Inducida por Laser (TTIL), emplea la energía de rayos láser para calentar y destruir los tumores. Las nanopartículas son alcanzadas por el rayo mientras se

encuentran dentro del tumor liberan la energía con alta temperatura y destruyen las células tumorales (30).

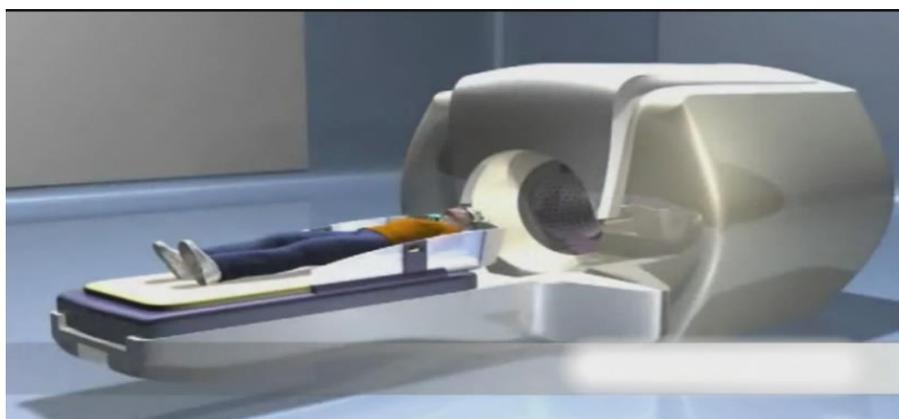


Figura 9: Sistema laser intersticial con resonancia magnética

El objetivo es destruir el tejido tumoral mediante coagulación térmica. La duración del tratamiento suele ser de 15 a 30 minutos. La coagulación está indicada por el blanqueamiento visible del tejido y se define como la alteración irreversible inducida térmicamente de las proteínas celulares y otras moléculas biológicas.

Ventajas e inconvenientes: Las ventajas e inconvenientes de la técnica laser LITT se representan en la tabla 13.

Tabla 13: ventajas e inconvenientes del láser LITT

| Ventajas | Inconvenientes |
|-------------------------------------|--|
| Terapia más afable para el paciente | No recomendable en metástasis extrahepáticas |
| Pronóstico similar a otras técnicas | Número de lesiones no superior a cinco |
| Posibilidad de uso repetido | Tamaño máximo de las lesiones es de 5cm |

Indicaciones: Las indicaciones actuales incluyen:

- Enfermedad irresecable por la localización anatómica de los tumores o la mala reserva hepática funcional y sin evidencia de enfermedad extrahepática
- Preferencia del paciente

- Contraindicaciones médicas para la cirugía
- no hay más de cinco lesiones presentes y ninguna lesión supera los 5 cm de diámetro máximo
- la ILT se puede usar en combinación con la resección quirúrgica para lograr la eliminación completa del tumor

Complicaciones: Las complicaciones de la ITL se produjeron en menos del 2% de los pacientes, fueron descritas por Mack y se describen en la tabla 14.

Tabla 14: complicaciones de la terapia intersticial laser LITT

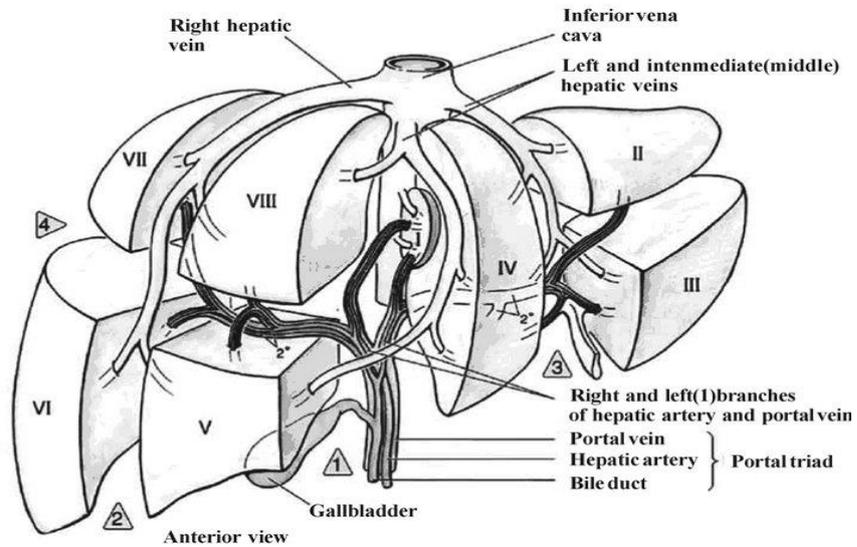
| Complicaciones menores | Complicaciones mayores |
|--|-------------------------------|
| Derrame pleural 7.3% | Empiema pleural 0.1% |
| Absceso intrahepático 0.4% | Sangrado intrahepático 0.2% |
| Hematoma subcapsular 3.1% | Sangrado intrabdominal 0.2% |
| Infeción local en zona de punción 0.2% | Lesión conducto biliar 0.1% |
| | Siembra tumoral 0.2% |

Se ha demostrado que la termoterapia intersticial inducida por láser puede ayudar a conseguir tasas de supervivencia similares a las observadas con la resección quirúrgica, aunque los estudios aleatorizados son escasos.

NUESTROS RESULTADOS EN EL COMPLEJO ASISTENCIAL UNIVERSITARIO DE PALENCIA

En el Servicio de Cirugía General de Palencia hemos creado y establecido un “protocolo” de actuación para la ablación con microondas en el año 2021, donde se recogen varios parámetros y se señala en el dibujo adjunto la localización de la lesión metastásica. La ablación se realiza de forma percutánea en el Servicio de Radiología en los pacientes indicados o en quirófano, mediante cirugía abierta, realizando la movilización hepática, la ecografía intraoperatoria y posterior ablación con el técnico del dispositivo, seleccionando la potencia y tiempo de duración de la ablación en función del tamaño de la lesión. En este protocolo se recogen todos los datos relacionados con la técnica de ablación de cada paciente y poder valorar si hay recidivas, la localización de la nueva lesión (se marca en el dibujo), tamaño, tiempo de evolución, etc. para análisis de los datos y valorar la eficacia de este método de

ablación y compararlo con los resultados de la cirugía resectiva (segmentectomía, hepatectomía derecha, hepatectomía izquierda...)



| LOCALIZACIÓN LESION (segmento hepático) | TAMAÑO LOE (mm) | ORIGEN TUMOR PRIMARIO | POTENCIA ABLACION (W) | TIEMPO DURACION ABLACION | SUPERFICIE TRATAMIENTO ABLACION (mm) |
|--|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Realizamos un estudio retrospectivo desde enero del año 2021 hasta octubre del año 2024. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se han intervenido un total de 26 pacientes durante este periodo, de los cuales 18 pacientes son varones (69%) y 8 mujeres (31%), la edad media es de 62 años

con un rango de 45 a 80 años. Las comorbilidades más frecuentes de los pacientes es la cardiopatía que se presenta en el 11.5%, EPOC en el 11.5%, HTA en el 38.5%, Diabetes mellitus en el 19,2%, enolismo en el 7.7%, tabaquismo en el 23.1%, no hubo pacientes con antecedentes previos de hepatitis. La ablación mediante microondas se puede efectuar de forma percutánea que en nuestro estudio es del 3,85% de los casos, o mediante laparotomía que se ha realizado en el 96,15%, la técnica empleada es solo ablación en el 50% de los pacientes, ablación microondas + bisegmentectomía en el 25% y microondas + metastasectomía en el 25% de los casos. De las metástasis presentadas, 16 pacientes fueron sincrónicas y 10 fueron metacrónicas.

El número de lesiones que se puede tratar en una sesión suele ser de 3 y como máximo indican 5, en nuestro estudio el número de metástasis tratadas ha variado de 1 hasta 8 de pequeño tamaño: una lesión en 5 pacientes (19,23%), dos metástasis en 6 pacientes (23,07%), tres lesiones en 3 pacientes (11,54%), cuatro lesiones en 6 pacientes (23,07%), cinco lesiones en un paciente (3,84%), seis lesiones en dos pacientes (7,69%), siete lesiones en un paciente (3,84%) y ocho en otro paciente (3,84%). En cuanto al tamaño, la media es de 2,34cm con un rango entre 1 a 6cm. Los pacientes que han recibido neoadyuvancia son 20 (76,92%). El número de complicaciones secundarias a la ablación con microondas fue del 11,54% con colección postquirúrgica, de los cuales 2 precisaron drenaje percutáneo y otro paciente tratamiento médico con antibióticos.

La localización del tumor primario fue: 8 pacientes en sigma, 10 pacientes en el colon derecho, 2 en colon izquierdo, 3 en recto, 1 en la cabeza del páncreas, 1 gástrico y otro en mama. La localización de las metástasis fue en segmento I (19,23%), segmento II (19,23%), segmento III (23,07%), segmento IV (15,38%), segmento V (3,84%), segmento VI (11,54%), segmento VII (3,84%) y 0% en el segmento VIII.

El momento del tratamiento con la ablación fue diferida en 8 pacientes, simultánea en 9 y en secuencia inversa en 9 pacientes. Hubo 8 pacientes que presentaron recidivas (30,77%). La supervivencia media fue de 28,42 meses con un rango de 4 a 66 meses.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que la terapia local agresiva con ablación (y, una vez que sea posible, en combinación con resección quirúrgica) se asocia con una supervivencia prolongada en pacientes con tumores no resecables. La ablación para el rescate después de la recurrencia de la resección se puede considerar en pacientes seleccionados como la modalidad de elección de primera línea, dado que la supervivencia global y las tasas de recurrencia local son similares a las de la resección, y la recuperación del paciente es más rápida. El método de ablación más utilizado hoy en día es la ablación con microondas, el IRE se utiliza en casos puntuales ya que el dispositivo no está disponible en todos los centros. El LIFFT es un método de aparición reciente en el tratamiento de las metástasis hepáticas y su utilización es ocasional en Centros especializados.

BIBLIOGRAFIA

1. Salati U, Barry A, Chou FY, Ma R, Liu DM. State of the ablation nation: a review of ablative therapies for cure in the treatment of hepatocellular carcinoma. *Future Oncol* 2017; 13:1437-1448.
2. Vázquez, L. F., Jordán, G. J., & González, E. C. Ablación tumoral percutánea guiada por imágenes. *Revista Cubana de Cirugía* 2020; 59(3): 1–24.
3. Hinshaw JL, Lubner MG, Ziemlewicz TJ, Lee FT, Brace CL. Percutaneous Tumor Ablation Tools: Microwave, Radiofrequency, or Cryoablation—What Should You Use and Why? *RadioGraphics*. 2014;34(5):1344-62. <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.345140054>
4. Perera, N. P. G., González, N. C., Sánchez, A. M., Gómez, S. F., Pérez, L. C. & Flores, J. S. Ablación térmica eco guiada de tumores hepáticos mediante microondas: experiencia en nuestro centro. *Seram* 2018; 2(1)
5. Simbaña Suntaxi, S. K., Cortez Broncano, N. I., Leyme Pillajo, V. A., & Pucuna Morocho, G. A. Ablación tumoral y sus aplicaciones. *RECIAMUC* 2022; 6(3), 586-592. [doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.586-592](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.586-592)

6. Krokidis ME, Kitrou P, Spiliopoulos S, Karnabatidis D, Katsanos K. Image-guided minimally invasive treatment for small renal cell carcinoma. *Insights Imaging*. 2018; 9:385-90.
7. Crocetti L, Bargellini I, Cioni R. Loco-regional treatment of HCC: current status. *Clin Radiol*. 2017; 72:626-635.
8. Kim YS, Rhim H, Lim HK. Imaging after radiofrequency ablation of liver tumors. *Semin Ultrasound CT MR*. 2009; 30 (2):49–66
9. Helen Hoi Lam Ng , a Lynn Ling , MBChB, FRCR, b Peter Lodge , et al. Fungal pseudoaneurysm of the hepatic artery as a complication of radiofrequency ablation of liver metastases. *Caso Radiol Rep*. 2020; 15(12): 2663–2667.doi: 10.1016/j.radcr.2020.10.019
10. Rhim H.: Complications of radiofrequency ablation in hepatocellular carcinoma. *Abdom Imaging* 2005; 30: 409-418.
11. Meloni MF, Chiang J, Laeseke PF, Dietrich CF, Sannino A, Solbiati M, Nocerino E, Brace CL, Lee FT Jr. Microwave ablation in primary and secondary liver tumours: technical and clinical approaches. *Int J Hyperthermia* 2017; 33:15-24.
12. Huang S, Yu J, Liang P, Yu X, Cheng Z, Han Z et al. Percutaneous microwave ablation for hepatocellular carcinoma adjacent to large vessels: a long-term follow-up. *Eur J Radiol*. 2014; 83 (3):552-8
13. Starr MKZ, Milan. Multiple criteria decision making. Amsterdam, North Holland 1977.
14. Seror O. Ablative therapies: Advantages and disadvantages of radiofrequency, cryotherapy, microwave and electroporation methods, or how to choose the right method for an individual patient? *Diagn Interv Imaging* 2015; 96:617-624
15. Federico de Muzio, Carmen Cutolo, et al. Complications after thermal ablation of hepatocellular carcinoma and liver metastases. *Imaging findings. Diagnostics (Basilea)* 2022; 12 (5): 1151.
16. Kourounis G, Paul Tabet P, Moris D, et al. Irreversible electroporation (Nanoknife® treatment) in the field of hepatobiliary surgery: current status and future perspectives. *J BUON* 2017; 22(1):141–149
17. Harry V M Spiers , Francesco Lancellotti , Nicola de Liguori Carino , Sanjay Pandanaboyana , Adam E Frampton , Santhalingam

- Jegatheeswaran , Vinotha Nadarajah , Ajith K Siriwardena. Irreversible Electroporation for Liver Metastases from Colorectal Cancer: A Systematic Review *Cancers (Basel)*. 2023; 15(9):2428. doi: 10.3390/cancers15092428.
18. Martijn R Meijerink , Alette H Ruarus¹, Laurien G P H Vroomen, Robbert S Puijk¹, et al. Irreversible Electroporation to Treat Unresectable Colorectal Liver Metastases (COLDFIRE-2): A Phase II, Two-Center, Single-Arm Clinical Trial *Radiology*. 2021 May;299(2):470-480. doi: 10.1148/radiol.2021203089. Epub 2021 Mar 16.
 19. W. Zhang, H. Yu, Z. Guo, B. Li, T. Si, X. Yang y H. Wang. Percutaneous cryoablation of liver metastases from breast cancer: Initial experience in 17 patients *Clinical Radiology*, 2014; Vol 69 (3): 231-238
 20. Terence C et al. Outcomes of a single-centre experience of hepatic resection and cryoablation of sarcoma liver metastases. *J. Clin Oncol* 2011; 34: 317-320
 21. Donna L D'Souza , Ranjan Ragulojan , Chunxiao et al. Thermal Ablation in the Liver: Heat versus Cold-What Is the Role of Cryoablation? *Semin Intervent Radiol*. 2024; 40(6):491-496. doi: 10.1055/s-0043-1777845.
 22. Vismaya S Bachu, Jayanidhi Kedda, Ian Suk , Jordan J Green, Betty Tyler. High-Intensity Focused Ultrasound: A Review of Mechanisms and Clinical Applications *Ann Biomed Eng*. 2021; 49(9):1975-1991. doi: 10.1007/s10439-021-02833-9.
 23. Xiyue Yang, Yao Liao , Lingli Fan , Binwei Lin, Jie Li, Danfeng Wu, Dongbiao Liao, Li Yuan, Jihui Liu, Feng Gao, Gang Feng, Xiaobo Du High-intensity focused ultrasound ablation combined with immunotherapy for treating liver metastases: A prospective non-randomized trial *PLoS One*. 2024 Jul;19(7): e0306595. doi: 10.1371/journal.pone.0306595.
 24. Aurélien Dupré, Michel Rivoire, Séverine Metzger Claire Cropet , Jérémy Vincenot, Patrice Peyrat , Yao Chen, David Pérol, David Melodelima. Intra-operative High-Intensity Focused Ultrasound in Patients With Colorectal Liver Metastases: A Prospective Ablate-and-Resect Study *Ultrasound Med Biol*. 2023; 49(8):1845-1851. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2023.04.010.

25. Lin YM, Bale R, Brock KK, Odisio BC. Contemporary evidence on colorectal liver metastases ablation: toward a paradigm shift in locoregional treatment. *Int J Hyperthermia*. 2022;39(1):649-663
26. Gadaleta-Caldarola G, Infusino S, Galise I, et al. (2014) Sorafenib and locoregional deep electrohyperthermia in advanced hepatocellular carcinoma. A phase II study. *Oncol Lett*, 2014; 8(4):1783-1787
27. P. W. Vaupel and D. K. Kelleher, "Pathophysiological and vascular characteristics of tumours and their importance for hyperthermia: heterogeneity is the key issue," *International Journal of Hyperthermia*, 2010; vol. 26 (3): 211–223
28. Li JJ, Xu GL, Gu MF, et al. Complications of high-intensity focused ultrasound in patients with recurrent and metastatic abdominal tumors. *J. Gastroenterol* 2007; 13: 2747-2751
29. Stafford RJ, Fuentes D, Elliott AA, Weinberg JS y Ahrar K: Laser-induced thermal therapy for tumor ablation. *Crit Rev Biomed Eng*. 2010; 38:79–100
30. Rahmathulla G, Recinos PF, Kamian K, Mohammadi AM, Ahluwalia MS & Barnett GH: Magnetic resonance guided laser interstitial thermal therapy in neuro-oncology: a review of its current clinical applications. *Oncology*. 2014; 87:67–82.