

Puesta al día en técnicas percutáneas mínimamente invasivas

Irene Cases Susarte¹, Begoña Márquez de Argente², Marta Tovar Pérez¹, María Jesús Gayán Belmonte³, Carmen Botia González³, Marina Lozano Ros².

¹Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca , Murcia.

²Hospital General Universitario JM Morales Meseguer, Murcia.

³Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena

Objetivo docente

Describir el mecanismo, las indicaciones, la técnica, y principales complicaciones de las técnicas de ablación percutáneas empleadas actualmente en radiología: ablación mediante etanol, radiofrecuencia, microondas, láser, crioablación y la alteración de la membrana celular mediante electroporación irreversible.

Revisión del tema

En las últimas décadas se han desarrollado numerosas técnicas de ablación percutáneas para el tratamiento de lesiones tumorales tanto benignas como malignas. Aunque en un primer momento se empleaban con intención paliativa, es cada vez más frecuente su uso con intención curativa. Además, presentan numerosas ventajas frente al tratamiento convencional quirúrgico, como el coste, el riesgo anestésico, las complicaciones o el tiempo de prueba. No obstante, los pacientes que se someten a procedimientos intervencionistas no están exentos de riesgo, por lo que es imprescindible la obtención del consentimiento informado y la valoración de posibles alergias y trastornos de la coagulación. Todas estas técnicas intervencionistas tienen como finalidad la destrucción del tejido patológico mediante el uso de una fuente química (etanolización) o de energía que produzca calor (radiofrecuencia, laser, microondas), frío (crioablación) o alteración de la homeostasis celular (electroporación irreversible) y requieren de la inserción intralesional de agujas, antenas o electrodos mediante una guía de imagen: fluoroscopia, ecografía, TC, RMN, PET para someterlo a esta fuente de ablación. A continuación revisamos cada una de las técnicas percutáneas más empleadas

1. LA ABLACIÓN POR ETANOL

Mecanismo

Consiste en una inyección intralesional de etanol que causa necrosis por coagulación, trombosis de vasos pequeños y que conduce a fibrosis reactiva.

LA ABLACIÓN POR ETANOL

Indicaciones

- Nódulos tiroides benignos quísticos o predominantemente quísticos [1] .
- Metástasis cervicales de tumores tiroideos cuando no son candidatos a la cirugía o no responden a la terapia de radioyodo [2].
- Hepatocarcinoma [3]:
 - 1.- Pacientes que cumplen criterios de transplante, para evitar progresión de la enfermedad.
 - 2.- Pacientes que no cumplen criterios para tratamiento quirúrgico y/o de transplante, como tratamiento paliativo.

Técnica

Se localiza la lesión por eco o TAC y se procede a su punción bajo anestesia local y con aguja fina. Se comprueba que no se ha puncionado estructura vascular y se procede a instilarla solución estéril de alcohol (etanol 95-98%). La cantidad de etanol y el número de inyecciones depende del volumen de la lesión, del patrón de vascularización y de la tolerancia de paciente. Se deja actuar durante unos minutos y después se extrae completamente. Durante la instilación la ecografía es preferible al TAC por permitir el control en tiempo real y evitar así el paso de alcohol a la sangre o fuera del tumor [3].



Fig1. Material EA



Fig2. Ejemplo en paciente simulado de abordaje de procedimiento de EA sobre el tiroides.

Complicaciones [3]

La EA es una técnica segura y muy bien tolerada.

- Dolor local. Se cree que el dolor local se debe a una fuga de etanol en el tejido celular subcutáneo.
- Fiebre
- Hematoma
- Los que dependen de donde se localiza a tratar. En el caso del cuello: disfonía. Se produce por lesión en el nervio laríngeo o vago recurrente. En la mayoría de los casos se detecta durante o inmediatamente después de la ablación y suele ser transitoria. También mareos, hemorragia intraquística o infección. En el caso del hígado: daño a la vía biliar, trombosis portal o en las suprahepáticas, hemorragia retroperitoneal.

2. ABLACIÓN CON RADIOFRECUENCIA

Mecanismo

La técnica consiste en generar una ablación térmica a través de una corriente eléctrica oscilante alternante entre 200 y 1200 kHz que provoca una necrosis coagulativa adyacente a la punta del electrodo con temperaturas sobre los 50°C y 100°C [4].

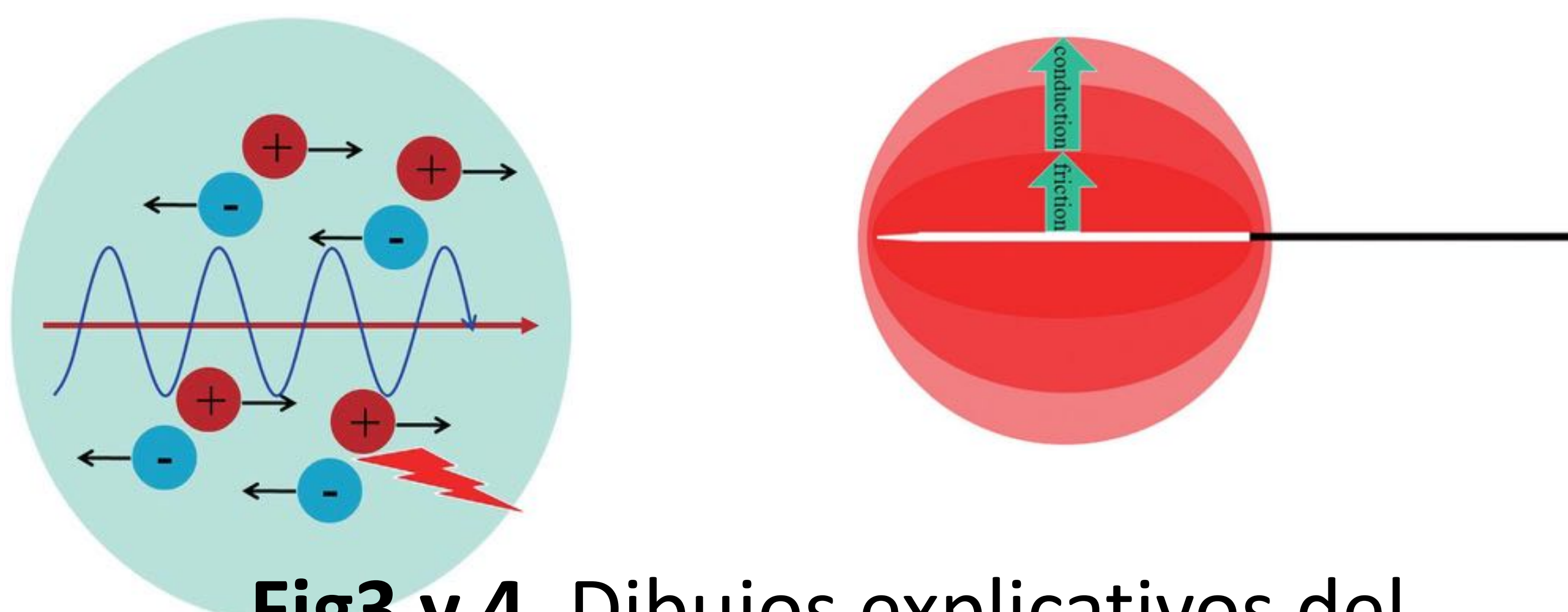


Fig3 y 4. Dibujos explicativos del mecanismo molecular de la ARF

Técnica

Paciente monitorizado (ECG, T.A, frecuencia y saturación O2). El material empleado es una técnica de imagen (ecógrafo o TC), electrodos de aguja de radiofrecuencia (cuyo grosor y longitud de punta activa depende del tejido a tratar y de otros factores, como la presencia de vasos cercanos), generador de radiofrecuencia, bomba peristáltica, almohadillas de tierra, anestesia local y midazolam / fentanilo para realizar una sedación superficial (opcional). Primero se localiza la lesión por la técnica de imagen elegida y se procede a su punción bajo anestesia local con aguja especial. Se conecta el generador de radiofrecuencias a la aguja y se procede a la coagulación de la misma. Esta maniobra se puede repetir tantas veces como lesiones se quieran tratar o repetir en caso de tratamiento insuficiente de una lesión. Según el aparato que se emplee existe la posibilidad de coagular el tracto de entrada de la aguja durante su retirada para evitar hemorragias [3].

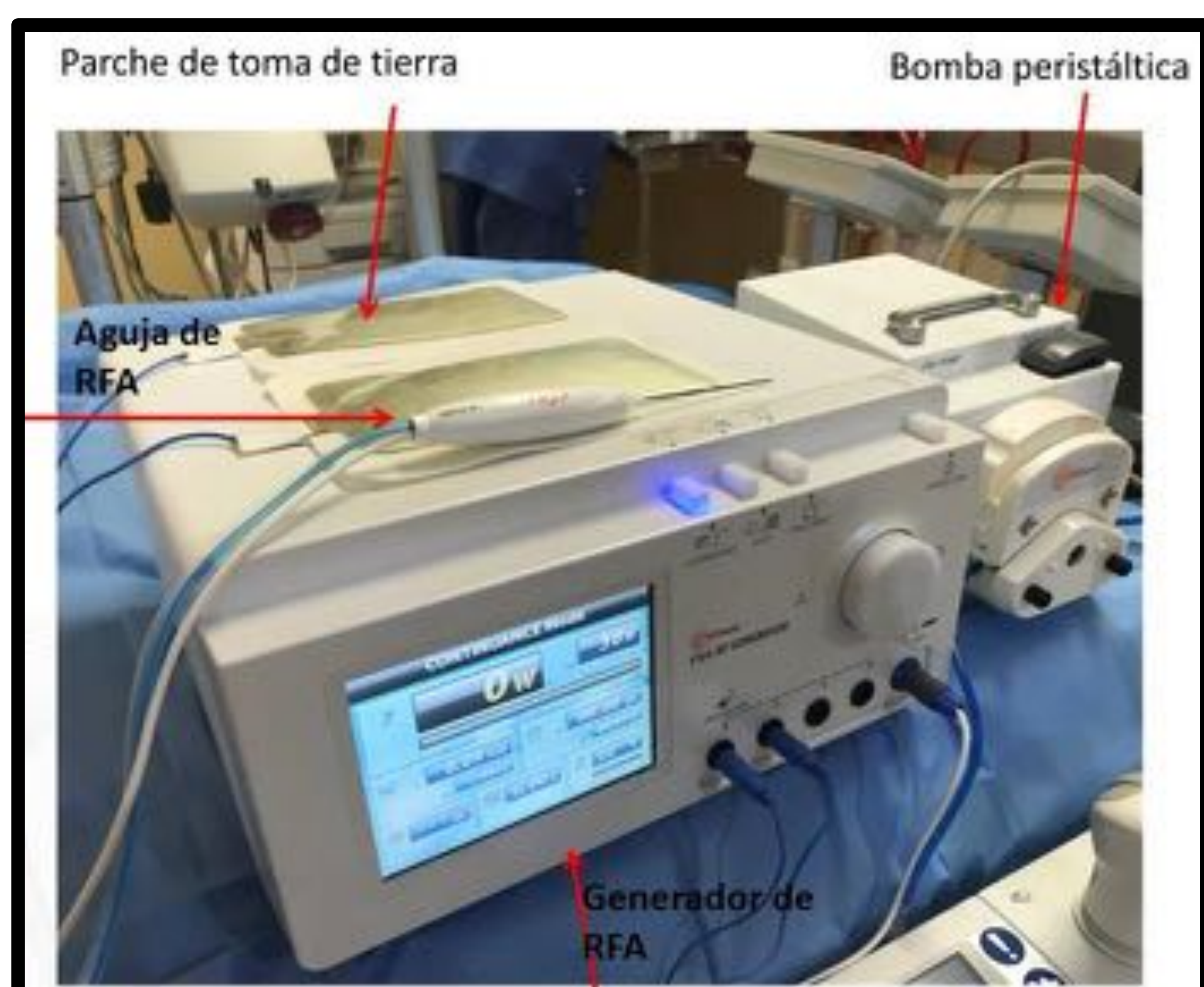


Fig5. Componentes del equipo de RF.

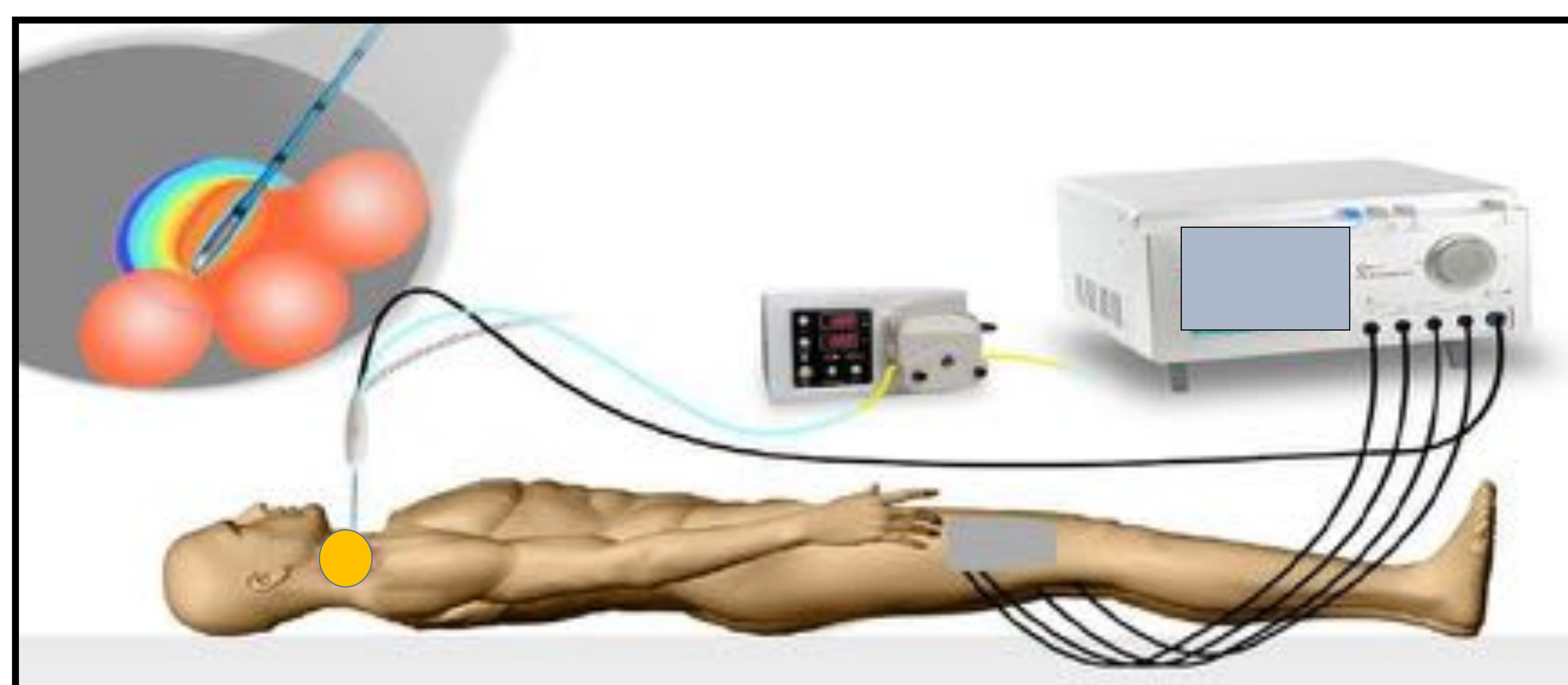


Fig6. Esquema de paciente conectado al equipo de RF.

Indicaciones [3]

2. ABLACIÓN CON RADIOFRECUENCIA

1.-Hepatocarcinoma:

- ❖ Pacientes que cumplen criterios de transplante, para evitar progresión de la enfermedad.
- ❖ Pacientes que no cumplen criterios para tratamiento quirúrgico y/o de transplante, como tratamiento paliativo.

2.- Pacientes con cáncer de colon, tumor carcinoide de origen digestivo y tumores de origen endocrino y enfermedad metastásica confinada a hígado, no subsidiario de cirugía como tratamiento potencialmente curativo.

3.- **Metástasis hepáticas** como tratamiento paliativo.

4.- **Nódulos tiroides benignos sólidos** [1].

5.-**Metástasis ganglionares cervicales.**

6.- **Cáncer de pulmón** (excepto el de células pequeñas). Como tratamiento curativo en tumores pulmonares primarios, en aquellos pacientes no candidatos a cirugía o la rechazan. Se recomienda tratar tumores en estadio I y <3cm.

7.-**Metástasis pulmonares.** Como tratamiento paliativo en pacientes con progresión tumoral tras intervención quirúrgica y comorbilidad asociada (EPOC, insuficiencia cardíaca, enfermedad extrapulmonar), o tras mala respuesta a la quimioterapia o radioterapia.

8.- **Riñón.** En cualquiera de los siguientes supuestos:

- ✓ Pacientes monorrenos
- ✓ Pacientes con carcinoma renal bilateral (especialmente con aquellos que presentan una tendencia familiar como ocurre en la enfermedad de von Hippel Lindau o en la forma familiar del cáncer papilar).
- ✓ Pacientes no candidatos a cirugía por su comorbilidad.
- ✓ Pacientes que rechazan la cirugía.
- ✓ Pacientes de más de 75 años, en los que la nefrectomía total no obtiene mejores resultados que el tratamiento sintomático en cuanto a supervivencia.
- ✓ Pacientes con CCR metastático con objeto de aliviar el síndrome paraneoplásico (hematuria, dolor, hipercalcemia...), junto a otros tratamientos (embolización selectiva, antiangiogénicos, inmunoterapia...).

Complicaciones

- Dolor/sensación de calor
- Hematoma
- Quemadura de la piel
- Reacción vaso-vagal

3. ABLACIÓN POR MICROONDAS

Mecanismo

Las microondas comparten con la RF el estar comprendidas dentro del mismo espectro de energía electromagnética, aunque con unas frecuencias más elevadas. La ablación mediante microondas consiste en aplicar sobre la zona tumoral ondas electromagnéticas de una frecuencia de al menos 900MHz que produzcan una agitación de las moléculas de agua del tejido neoplásico y que mediante la producción de fricción y calor provoquen una necrosis coagulativa. Los beneficios potenciales de esta tecnología son los de conseguir mayores temperaturas que otras técnicas en el interior del tumor, mayor volumen de ablación en menos tiempo, menor susceptibilidad al efecto «robo de calor» por grandes vasos adyacentes y menor dolor. Al contrario que la RFE no necesita utilizar parches de dispersión en la piel del paciente [5].

Indicaciones [6]

1. Hepatocarcinoma
2. Metástasis hepáticas
3. Metástasis pulmonares cuando los pacientes rechazan o no son candidatos a la cirugía
4. Tumores suprarrenales cuando rechazan o no son candidatos a la cirugía
5. Tumores óseos con finalizada paliativa

Técnica

Paciente bajo sedación consciente y monitorización del paciente (saturación de O₂, ECG y TA). Se aplica anestesia local. Mediante la ayuda de TC o ecografía se localiza el tumor. Luego se coloca una antena fina de microondas (calibre 14.5G) directamente en el tumor. Se conecta la antena al generador de microondas con un sistema coaxial y se emiten las ondas electromagnéticas. Cada generador es capaz de producir 60 W de potencia a una frecuencia de 915 MHz [6].

Complicaciones

- Hemorragia
- Absceso
- Infarto hepático/colangitis en caso de procedimientos hepáticos

4. ABLACIÓN POR LASER

Mecanismo

La ablación térmica con láser crea calor al dirigir la energía del láser hacia las células. Las células contienen cromóforos específicos de tejido, que absorben óptimamente la energía del láser a longitudes de onda características, específicamente de 800 a 1100 nm en el hígado. La energía absorbida se convierte en calor dentro de los cromóforos y posteriormente se propaga por conducción hacia los tejidos adyacentes. Por lo tanto, la zona de ablación también depende de la profundidad de la penetración del láser y la conducción del calor que se producen [7].

Indicaciones

1. Hepatocarcinoma
2. Metástasis hepáticas
3. Neoplasia de próstata

Técnica

Los componentes de un láser incluyen una fuente de energía, el medio láser y espejos reflectantes. La aplicación del láser se puede realizar por vía percutánea, laparoscópica o mediante cirugía abierta. Se introduce una fibra óptica guiada por técnica de imagen en la lesión diana a través de una cánula, normalmente de calibre 13 a 15G. Los láseres más frecuentemente usados en la práctica clínica son el Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet (Nd: YAG, longitud de onda de 1064 nm) y diodo (longitud de onda de 800-980 nm) dada su penetración óptima de la luz en el espectro infrarrojo. La luz se suministra a través de fibras de cuarzo flexibles con un diámetro de 300 a 600 μm . Como en otras técnicas térmicas, la carbonización limita la zona máxima de ablación, por lo que se pueden emplear sondas refrigeradas de agua [7].

Una de las ventajas de esta técnica es que el láser se acopla a través de fibras ópticas que son compatibles con la RM y que dada la ausencia de metal en su guía no aparecen artefactos en las imágenes de CT y RM [8].

Complicaciones

- Dolor
- Quemaduras

5. CRIOABLACIÓN

Mecanismo

Consiste en la destrucción de un tejido mediante la aplicación de temperaturas muy bajas que llevan a la congelación, originando la formación de cristales de hielo intra- y extracelulares. La temperatura que se debe alcanzar para lograr la necrosis oscila entre los -20 a -70°C. Esto se consigue mediante la circulación de nitrógeno líquido o argón a través de las agujas insertadas en la lesión.

Técnica

Se puede realizar de manera percutánea, laparoscópica o en cirugía abierta. Precisa de un equipo de TC o ecografía para localizar la lesión, guiar la colocación de las agujas dentro del tumor y controlar la extensión de la bola de hielo durante el procedimiento, asegurando que la bola abarcara todo el tumor, así como para conservar una distancia de seguridad con los tejidos adyacentes. El número de criosondas depende del volumen de la lesión, dejando un mínimo de 5 a 10mm de margen de seguridad con el tejido sano. Se pueden realizar varios ciclos de congelación-descongelación. Además se recomienda emplear hidrodissección para separar los tejidos de la bola de hielo así como colocar solución salina caliente sobre los puntos de entrada cutáneos y sobre la zona de la lesión para evitar congelaciones [9].

Indicaciones [10]

Riñón:

- En tumores < 4 cm, sólidos, exofíticos con realce y en pacientes ancianos con alto riesgo quirúrgico o monorrenos

Próstata:

- Crioablación como técnica de rescate en aquellos pacientes en los que no ha sido efectiva la radioterapia previa.
- Crioablación prostática focal: se realiza ablación en aquellos lugares en los que se sospecha que pueda haber tumor. El paciente mantiene la potencia y no suelen tener incompetencia.

Hueso y partes blandas:

- Tumores benignos: osteoma osteoide, osteoblastoma (<3cm) o condroblastoma.
- Tumores malignos: Se pueden realizar con fin curativo en lesiones de menos de 3 cm, hasta 3 lesiones. Permite tratamiento en pacientes con sarcoma de partes blandas independientemente de su origen o localización cuando no son resecables y menores a los 5 cm.

Pulmón

- En lesiones mayores de 1 cm que no respondieron a quimioterapia, radioterapia y que no son candidatos a cirugía; con lesiones no resecables de localización central, tumor o adenopatía que envuelve el mediastino y/o el pericardio.

Hígado

- Hepatocarcinoma: tumores < 3 cm en el HCC (se ha demostrado que es igual de efectiva que la resección).
- Metástasis: principalmente de cáncer colorrectal. Permite tratar entre 4-6 lesiones de 5 cm de tamaño máximo.

Mama: única indicación en el fibroadenoma si <4cm.

Complicaciones [11]: hemorragia, dolor, parestesias e infección

6. ALTERACIÓN DE LA MEMBRANA CELULAR MEDIANTE ELECTROPORACIÓN IRREVERSIBLE

Mecanismo

Es una técnica no térmica de ablación de tejidos que permite la destrucción celular por medio de una serie de pulsos eléctricos cortos y de alto voltaje. Se originan múltiples nanoporos en la membrana celular, causando un daño irreversible en los mecanismos de homeostasis celular y provocando su muerte por apoptosis. La principal ventaja de esta técnica no térmica es que permite la ablación de lesiones adyacentes a estructuras vitales. En la actualidad, el único sistema de válido comercializado se denomina NanoKnife®. El sistema NanoKnife® está clasificado por la FDA como un dispositivo de electrocorte y coagulación que consiste en un generador automatizado, un interruptor, un cable de alimentación y unos electrodos monopolares desechables. La técnica se lleva a cabo bajo anestesia general y bloqueo muscular, y puede realizarse mediante cirugía abierta, laparoscópica o por vía percutánea [12].

Técnica

Preoperatoriamente se deben realizar pruebas de imagen (TAC, ecografía) para obtener datos de forma, volumen y posición exacta de la lesión. Los electrodos se colocan en la zona a tratar, con una distancia entre los mismos de entre 1,5 y 2 cm para crear el campo eléctrico necesario para el tratamiento. Cada ciclo consiste en pulsos cortos (90 mS) de un alto voltaje de corriente continua (90 Amp) y se espera un tiempo entre la aplicación de distintos ciclos (un ciclo suele completarse en menos de 2 minutos). La potencia total entre cada par de electrodos oscila entre los 1500 y los 3000 Voltios. El número de electrodos a utilizar depende de la forma y del tamaño de la zona de ablación y el número de ablaciones depende del volumen del tumor [12].

El riesgo de arritmias debe ser minimizado.

Indicaciones

- Tumores sólidos de pequeño tamaño (< 5cm) que son irresecables en las siguientes localizaciones: tumores primarios de hígado, riñón, próstata, pulmón y páncreas, así como en tumores metastásicos de hígado.

Complicaciones

- El efecto adverso más común son los eventos cardiovasculares ya que la aplicación del campo eléctrico en forma de pulsos implica que, la aparición de arritmias, incluso de fibrilación ventricular. No obstante, este riesgo se ha reducido bastante al introducir la aplicación de pulsos con la sincronización del electrocardiograma [13].
- Hipertensión arterial.
- Alteraciones electrolíticas: hiperpotasemia o acidosis metabólica.
- Los derivados de la inserción de los electrodos: neumotórax, derrame pleural o hematomas.
- Los derivados de la anestesia general y del bloqueo muscular.

Conclusiones

A día de hoy disponemos de un amplio abanico de técnicas percutáneas de ablación que están revolucionando los pilares de tratamiento oncológicos tradicionales, así como están relegando a un segundo plano el papel de la cirugía. El radiólogo debe conocer cada una de estas técnicas para poder seleccionar en cada paciente la mejor de ellas, en función de su disponibilidad, experiencia concreta y relación riesgo/beneficio.

Bibliografía

1. Papini E, Pacella CM, Solbiati LA, Achille G, Barbaro D, Bernardi S, et al. Minimally-invasive treatments for benign thyroid nodules: a Delphi-based consensus statement from the Italian minimally-invasive treatments of the thyroid (MITT) group. *Int J Hyperth.* 2019;36(1):376–82.
2. Paz-Fumagalli R, Li X, Smallridge RC. Ethanol Ablation of Neck Metastases from Differentiated Thyroid Carcinoma. *Semin Intervent Radiol.* 2019 ;36(5):381–5.
3. Táboas P. Guía práctica de radiología intervencionista. Povisa. 2020;1.
4. Shin JH, Baek JH, Ha EJ, Lee JH. Radiofrequency ablation of thyroid nodules: Basic principles and clinical application. *Int J Endocrinol.* 2012;2012:919650.
5. Hidalgo A, Guerra JM, Gallego O, Franquet T. Ablación mediante microondas de metástasis pulmonar de sarcoma en paciente portador de marcapasos. *Radiología.* 2014;56(2):171–4.
6. Simon CJ, Dupuy DE, Mayo-Smith WW. Microwave Ablation: Principles and Applications. *RadioGraphics.* 2005; 1;25(1):69–83.
7. Yap FY, Bui JT, Knuttinen MG, Ph D, Owens CA, Gaba RC. Current Tumour Ablation Technologies : Basic Science and Device Review. 2010;1(212):247–54.
8. Ahmed M, Brace CL, Lee FT, Goldberg SN. Principles of and Advances in Percutaneous ablation. *Radiology.* 2011;258(2):351–69.
9. Duarte R, Pereira T, Pinto P, Coelho H. Crioablación percutánea guiada por imagen para el tratamiento de un plasmacitoma óseo localizado. 2014;56(5):1–4.
10. Trejo GV. Indicaciones y experiencia en crioablación. *An Radiol México.* 2011;3:140–5.
11. Allen BC, Remer EM. Percutaneous Cryoablation of Renal Tumors : Patient Selection , Technique , and Postprocedural imaging. *RadioGraphics.* 2010;30:887–90.
12. Villamarín B, Atienza G. Efectividad y seguridad de la electroporación irreversible en el tratamiento de los cánceres de páncreas e hígado. *Revisión Sist.* 2014.
13. Sánchez-Velánquez P, Clavien PA. El rol de la electroporación irreversible en la cirugía hepato-bilio-pancreática. *Cir Esp.* 2017;95(6):307–12.