



La radiología intervencionista en el diagnóstico y tratamiento de neoplasias

José Luis Ríos Reina,¹ Víctor Raúl Carbajal Saldaña,² Ricardo Santillán Morales³

Resumen

La radiología intervencionista es una especialidad clínico-radiológica que ha rebasado los límites de la imagenología diagnóstica, ya que ofrece al paciente evaluación y manejo a través de procedimientos de mínima invasión seguros y efectivos. Dentro del ámbito de la oncología ha tenido un papel primordial y cada vez con mayor presencia.

Palabras clave: Radiología intervencionista, nefrostomía, drenaje biliar, embolización, ablación térmica, quimioembolización.

Summary

The interventional radiology is a clinical-radiological specialty, and now it has overtaken the limits of diagnostic imaging. It offers to the patient, evaluation and handling through minimal invasion, safe and effective procedures. It has an overriding role in the oncological ambience, and its presence is increasing.

Key words: Interventional radiology, nephrostomy, biliary drainage, embolization, thermal ablation, chemoembolization.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizará una descripción de procedimientos actuales, con las indicaciones precisas de cada uno, teniendo en cuenta los diferentes tipos de lesiones tumorales que se pueden diagnosticar de manera certera y, en su caso, las opciones terapéuticas disponibles.

INDICACIONES GENERALES

Cuando se habla de mínima invasión se entiende algún tipo de agresión al paciente, aunque sea mínima, realizada por diferentes vías de acceso a su cuerpo.

¹ Jefe del Departamento de Radiología e Imagen.

² Médico Residente de 3er. año de Radiología e Imagen.

³ Médico Residente de 1er. año de Radiología e Imagen.

Hospital Ángeles Mocol.

Correspondencia:

Dr. José Luis Ríos Reina
Hospital Ángeles Mocol.
Gelati Núm. 29, Col. San Miguel Chapultepec, 11850,
Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México.
Correo electrónico: jlriosr@yahoo.com

Aceptado: 31-08-2016.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actamedica>

La información que se proporcione al paciente o a sus familiares sobre un proceso de intervención deberá ser completa, clara, oportuna y exacta. Es muy importante señalar las posibilidades de éxito o de fracaso, y hasta de graves complicaciones que pudieran presentarse. Jamás deberá dejarse como obvia ninguna información. Se deberá recibir del paciente el consentimiento informado para realizar el procedimiento quirúrgico.

Para llevar a cabo estas intervenciones, es obligación del radiólogo conocer perfectamente el cuadro clínico del paciente, y dominar todo el material que se deberá utilizar en cada uno de los procedimientos, además de tener estrecha relación profesional con el médico oncólogo, para que de manera conjunta se decida el o los procedimientos, valorando alcances, riesgos y beneficios de manera particular.

Con base en lo anterior, los procedimientos se deberán agrupar en:

1. Diagnósticos, con los cuales se identifica la patología en el paciente, pero no se lleva a cabo ningún otro tipo de acción.
2. Terapéuticos, en los cuales, además de efectuar el diagnóstico, se realiza algún tipo de terapéutica paliativa o completa, temporal o definitiva.

Según el diagnóstico formal, los pacientes se agrupan en:

1. Pacientes con alto riesgo de sufrir pérdida o alteración funcional.
2. Pacientes con alto riesgo de sufrir pérdida de alguna parte de su cuerpo.
3. Pacientes con alto riesgo de morir.

Las herramientas que sirven de guía visual pueden ser los procedimientos de fluoroscopia digital, ultrasonido de alta resolución y tomografía computada multicorte, con vías de acceso vascular (arterial, venosa o ambas), percutánea y/o intraluminal.

Se debe contar con todos los materiales necesarios para realizar el procedimiento indicado, desde diferentes tipos de agujas, introductores y dilatadores vasculares o para punciones percutáneas, guías flexibles, de alto soporte, teflonadas o hidrofílicas, catéteres vasculares de diversas curvas preformadas y calibres, microcatéteres vasculares con sus guías, materiales para embolizar, micropartículas a las que se les puedan cargar medicamentos, sobre todo para quimioterapia, micropartículas para realizar radioterapia *in situ* o radioembolización cargadas con yttrium90, materiales metálicos (*coils*), gelatinas y sustancias líquidas. Se debe conocer a la perfección la función específica de cada instrumento o sustancia, la manera de introducirlos al cuerpo en forma segura, y la de retirarlos eficazmente.

Para lograr esto, lo más importante es llevar a cabo un entrenamiento formal en centros reconocidos por su profesionalismo, y mantenerse siempre actualizados a través de la educación médica continua, para así conocer los nuevos procedimientos y materiales.

PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS

Como ya se señaló con anterioridad, con los procedimientos diagnósticos se identifica la patología en el paciente, pero no se lleva a cabo ninguna otra acción. Su utilidad se encuentra en reconocer la patología, lo que servirá para determinar la terapéutica a seguir. En este grupo se encuentran:

ARTERIOGRAFÍA

Este procedimiento, solamente diagnóstico, está quedando en desuso, y ahora tan sólo ayuda al inicio de los procedimientos de intervencionismo terapéutico.

Los hallazgos fundamentales a observar son los relativos al patrón angiográfico de vascularidad tumoral maligna, que presenta las siguientes características:

- Presencia de vasos serpenteantes, dilatados, con saculaciones relacionadas con aneurismas o pseudoaneurismas, así como presencia de fístulas arteriovenosas de diferentes dimensiones.
- Tinción tisular persistente en relación con la vascularidad aumentada.
- Zonas asociadas de hipovascularidad, que indican áreas de necrosis *in situ* de la tumoración visible.
- Drenaje venoso temprano, con aumento en el número de vasos y en el calibre de los mismos.
- Evidencia de extensión por invasión directa de órganos vecinos (*Figura 1*).

BIOPSIAS GUIADAS

Se realizan para obtener células o fragmentos de tejido cuando se está formando la tumoración, con el propósito de identificar la estirpe tumoral y definir la terapéutica a seguir.

Pueden ser guiadas tanto por radiología digital y ultrasonido, como por tomografía computada.

Con tales procedimientos es posible identificar tamaño, contornos, nitidez de los mismos, presencia de calcio o aire, compresión de estructuras vecinas, extensión de la lesión e invasión por contigüidad y densidades para inferir consistencias líquidas a sólidas.

Las biopsias se pueden realizar por aspiración con aguja fina de lesiones cercanas a la piel, donde sólo se obtiene material para estudio citológico, con agujas de aspiración de calibre mayor en lesiones profundas y de dimensiones mayores, donde se obtienen muestras para citología, y con agujas de corte para obtener tejido y realizar diversas



Figura 1. Neoplasia renal izquierda con vascularidad de tipo neoplásico, caracterizada por arterias de neoformación, serpenteantes, dilatadas con tinción tisular.

tinciones del mismo, para inmuno y marcadores tumorales (Figura 2).

Las biopsias guiadas por radiología digital se realizan por estereotaxia en lesiones mamarias, pero este es un procedimiento sólo aplicado por médicos radiólogos certificados en el capítulo de imagen de patología mamaria, y no para radiólogos intervencionistas en el resto de la patología, razón por la que no se describirá en la presente exposición.

PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS

Como se mencionó con anterioridad, además de llegar al diagnóstico, en el proceso siempre se lleva a cabo algún tipo de terapéutica paliativa o completa, temporal o definitiva.

DRENAJES BILIARES PERCUTÁNEOS

Son procedimientos seguros y efectivos y se indican en paciente con ictericia obstructiva.

Al realizarlos, se podrá determinar el nivel de la obstrucción, extensión de la misma, características macroscópicas de éstas, llegando a descubrir causas intrínsecas o extrínsecas. Otra indicación frecuente es verificar la presencia de fugas y colecciones, y realizar el drenado que se requiera.

Los drenajes biliares percutáneos se efectúan previa colangiografía, donde se diagnostica la estenosis que ha condicionado la ictericia, y después de una colangiopancreatografía retrógrada endoscópica fallida cuando no es posible realizar el drenaje de la vía biliar. Los diferentes tipos de drenajes son externo, externos-internos o internos y para los mismos se emplean endoprótesis metálicas o plásticas.

Para realizar estos drenajes, se inicia con una colangiografía percutánea; se requiere una técnica estéril, con el paciente bajo sedación y vigilancia anestesiológica, a pesar

de utilizar anestesia local. Se canaliza la vía biliar periférica dilatada y se inyecta un medio de contraste hidrosoluble para lograr una adecuada opacificación de la vía biliar y de esta manera conseguir una adecuada valoración por medio de la fluoroscopia. La técnica de punción transhepática para la canalización de la vía biliar no ha sufrido grandes modificaciones, aunque actualmente se están realizando procedimientos con técnica de punción de una sola pared, en lugar de la clásica de punción de doble pared, buscando con esto disminuir las complicaciones asociadas con el procedimiento, en especial la hemorragia postpunción, ya que el hígado es un órgano sumamente vascularizado y cuando éste padece una patología suele acompañarse de alteraciones hematológicas.

Las estenosis biliares, sin importar su etiología, deben resolverse a la brevedad, para restablecer el drenaje normal de la bilis y evitar complicaciones como la colangitis, así como para mejorar la calidad de vida del paciente al resolver la ictericia y por tanto el prurito (Figura 3).

La principal complicación de este procedimiento es secundaria a la punción hepática, siendo las hemorragias y los hematomas capsulares los más frecuentes; existe también la posibilidad de provocar pseudoaneurismas postraumáticos, hemobilia y en algunos casos neumotórax, si la punción se realiza muy alta. La sepsis es una de las complicaciones más graves y llega a ser más frecuente en pacientes con colangitis. El número de casos de estenosis y reestenosis secundaria a colangioplastia con balón ha disminuido, gracias a la colocación de stents metálicos, que ayudan a mantener el calibre del conducto.

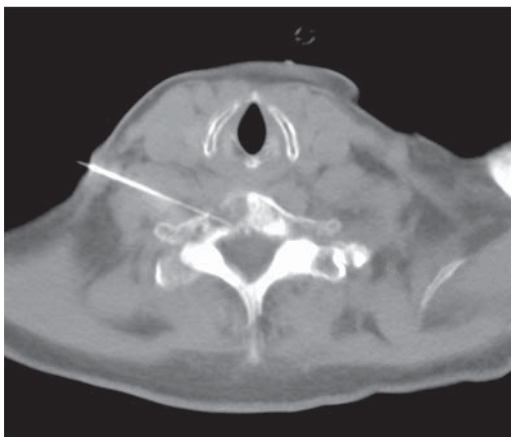


Figura 2. Biopsia percutánea guiada por TC de lesión lítica de cuerpo vertebral de sexta cervical.

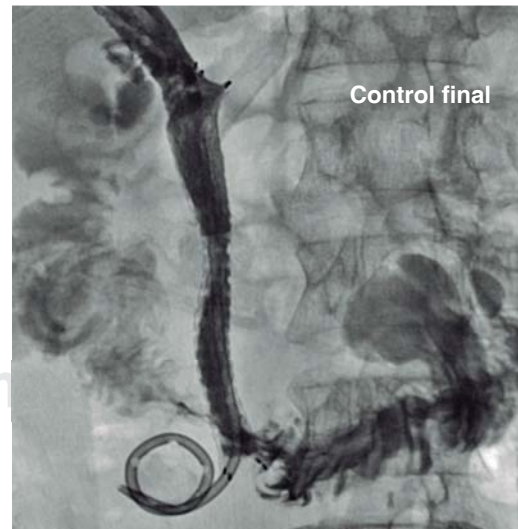


Figura 3. Drenaje biliar percutáneo externo-interno, con colocación de endoprótesis metálica en paciente con adenocarcinoma de la cabeza del páncreas.

NEFROSTOMÍAS PERCUTÁNEAS

La primera descripción de nefrostomía percutánea se realizó en 1955 y desde entonces hasta la fecha ha evolucionado hasta lograr una técnica que se utiliza rutinariamente como procedimiento terapéutico.

La nefrostomía percutánea es la colocación de un catéter mediante una punción a través de la piel dentro del sistema colector renal, guiada por algún método de imagen (ultrasonido, tomografía computada, fluoroscopia) y con esto se pretende obtener no sólo un método de diagnóstico preciso, sino colocar también un catéter de adecuado calibre para realizar drenajes del sistema colector. Entre los pasos más importantes en el proceso se encuentran el adecuado diagnóstico del paciente, la técnica en la realización del procedimiento y el seguimiento durante la recuperación (Figura 4).

Una de las principales indicaciones para realizar la nefrostomía percutánea es la obstrucción ureteral, provocada las más de las veces por tumoraciones pélvicas malignas extrínsecas. Se realiza la nefrostomía para evitar que la obstrucción deteriore la función renal, y cuando el deterioro llegue a estar presente pueda revertirse.

Es conveniente contar con el apoyo de un anestesiólogo para realizar el procedimiento con sedación y así minimizar los riesgos durante la intervención. Se deberá contar con



Figura 4. Nefrostomía percutánea bilateral en paciente con carcinoma cervicouterino con invasión a ureteros, que ha condicionado uropatía obstructiva y falla renal.

pruebas de laboratorio, entre las que se incluyen tiempos de coagulación. Cuando éstos se encuentren alterados se deberán corregir antes de iniciar el procedimiento; también se realizarán pruebas de función renal.

Es importante tener en cuenta que no sólo existen complicaciones durante el procedimiento, por lo que se debe tener una adecuada vigilancia posterior, con monitoreo de signos vitales periódicamente para detectar cualquier posible hemorragia. Aunque normalmente existe hematuria posterior al procedimiento, ésta deberá disminuir gradualmente en las primeras 24-48 horas. La presencia de sepsis podrá ser detectada por hipertermia. Se deberá supervisar el flujo correcto a través de la sonda, el que puede ser alterado por obstrucción o por quedar fuera la sonda del sistema colector.

Las complicaciones menores de este procedimiento no requieren un tratamiento específico, presentándose en aproximadamente un 15 al 25% de los pacientes a quienes se les realiza el procedimiento, teniendo reportada una mortalidad del 0.046 al 0.3%. Cuando la hematuria se prolonga por más de 48 horas se deberá pensar en la presencia de fístulas arteriovenosas o la formación de pseudoaneurismas, teniendo como posibilidad de tratamiento de estas complicaciones la embolización. Otras complicaciones más graves son: la punción de órganos vecinos (punción del colon, neumotórax), por transposición de éstos o mala técnica, la aparición de septicemia y hemorragia severa; estas complicaciones requieren de mayor tiempo de hospitalización y pueden tener secuelas o incluso llegar a ser mortales.

EMBOLIZACIÓN SELECTIVA DE NEOPLASIAS

Este es un procedimiento mínimamente invasivo cuyo objetivo es ocluir vasos sanguíneos de lesiones tumorales, pudiéndose realizar en arterias, venas o en ambas.

Los materiales embolizantes se colocan, a través de un catéter, de manera selectiva, controlada y segura, en el vaso sanguíneo específico y seleccionado para desaparecer el flujo de sangre al área que irriga o drena.

Este procedimiento de intervencionismo radiológico ha ido creciendo. El éxito se debe a los siguientes factores:

1. Selección correcta del paciente (diagnóstico correcto).
2. Destreza técnica del intervencionista.
3. Desarrollo tecnológico de los equipos de fluoroscopia digital.
4. Selección de agentes embolizantes y materiales angiográficos.

Al ocluir los vasos sanguíneos, se previenen hemorragias, que en ocasiones pueden ser fatales; en caso que se pre-

senten, el procedimiento tendrá como objetivo controlarlas o cerrarlas por completo. No importa si las neoplasias son benignas o malignas, ya que ambas pueden poner en riesgo a un paciente en caso de hemorragia grave.

La mayoría de las tumoraciones que se llegan a embolizar se realizan previamente a una cirugía que deberá extirpar la neoplasia por completo. Al embolizar, se reduce el tiempo quirúrgico, pues aunque la disección debe ser tan cuidadosa como en cualquier intervención, la cantidad de sangrado quirúrgico disminuye de manera importante; la posibilidad de transfusiones se vuelve casi nula y se puede manipular con mayor confianza el tumor pues queda aislado y sin posibilidades de crecer; también se reduce, casi en su totalidad, la posibilidad de enviar émbolos metastásicos, y el tiempo de anestesia disminuye significativamente (*Figuras 5A y B*).

ABLACIÓN TÉRMICA DE TUMORES

Estos procedimientos cada vez son más aceptados para el tratamiento de algunos tumores benignos y malignos de pulmón, hígado, riñón, hueso y tejidos blandos. Existen numerosas modalidades de ablaciones por temperatura y de tipo químico, que incluyen radiofrecuencia, por microondas, crioablación, ultrasonido de alta frecuencia en un punto específico (enfocado), por láser, así como el uso de etanol o ácido acético inyectados y braquiterapia. De todos éstos, los más utilizados son los térmicos, sea calor o frío. Los mecanismos de acción de estas modalidades son el centro de las relativas ventajas, desventajas y limitaciones encontradas en la práctica clínica. Entender el proceso físico subyacente es factor crítico para determinar la ventaja de cada modalidad, así como para comprender que, por las

características propias de cada tejido, el resultado de la ablación será diferente de acuerdo con cada procedimiento; así se podrán optimizar los resultados clínicos.

QUIMIOEMBOLIZACIÓN SELECTIVA

Este procedimiento está indicado en casos de carcinoma hepatocelular y en metástasis de tumores primarios de colon y recto, así como de pulmón.

En general, la embolización arterial hepática es una técnica basada en la oclusión selectiva de las arterias hepáticas que nutren al tumor. Cuando se asocia con la perfusión de fármacos citostáticos se denomina quimioembolización (TACE). Existe también la radioembolización que consiste en la embolización transarterial con microesferas cargadas de yttrium-90 con el objetivo de administrar dosis altas de radiación selectiva sobre el tumor o los tumores hepáticos.

El resultado es isquemia y necrosis, con la consiguiente muerte celular y posible reducción del tamaño tumoral. Las partículas de embolización son de gelatina, alcohol polivinílico o poliacrilamida. En la TACE se utilizan agentes quimioterápicos, como doxorubicina, emulsionados con lipiodol para promover su retención intratumoral. Llovet y colaboradores fueron los primeros autores en demostrar un beneficio significativo en la supervivencia, utilizando una técnica de TACE, frente al mejor tratamiento de soporte.

Una variante nueva de TACE consiste en la utilización de las micropartículas DC Bead[®], que son microesferas de hidrogel biocompatibles, hidrófilas y no reabsorbibles, calibradas con precisión, y capaces de cargar doxorubicina y otros agentes citostáticos, como irinotecán, para liberarlos después, lentamente, una vez depositados en el lecho capilar tumoral. Con esta nueva técnica se bus-

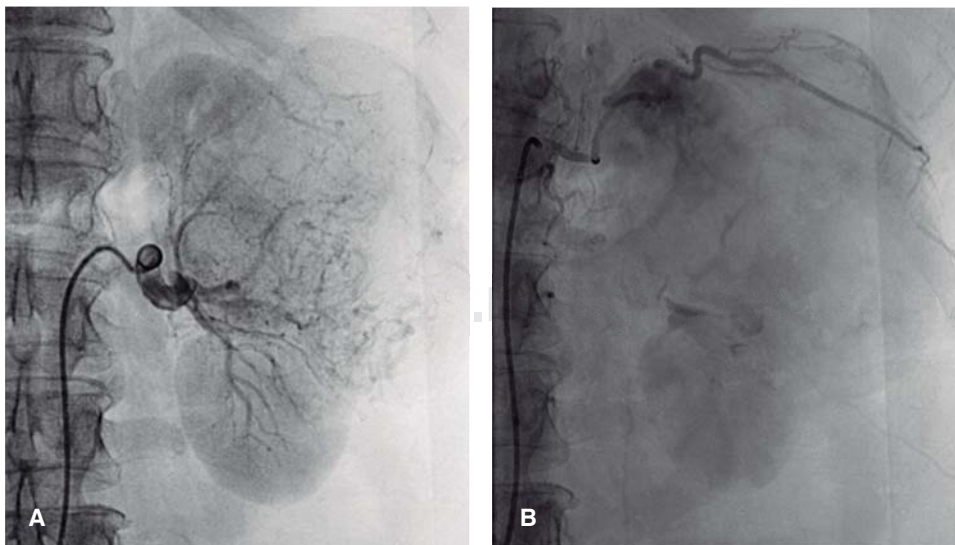


Figura 5.

A. Angiografía renal con vascularidad neoplásica maligna, que ha invadido por contigüidad, con ruptura de cápsula. **B.** Angiografía renal, post embolización como procedimiento prequirúrgico. Se identifica arteria capsular, ya embolizada, con tatuaje por contraste y material embolizante.

ca minimizar la cantidad de fármaco libre y los posibles efectos sistémicos.

Según distintas recomendaciones, los pacientes con hepatocarcinoma candidatos a técnicas de embolización serían aquellos que, además de tener enfermedad irresecable o inoperable, no presenten afectación extrahepática, tengan buena función hepática (Child-Pugh: A o B), que tenga buen pronóstico (Okuda: 1-2) y estado general (ECOG: 0-1). Las recomendaciones del NCCN añaden que los pacientes con nódulos hepáticos > 5 cm deberían ser candidatos a esta terapia.

En cuanto a la seguridad del procedimiento con DC Bead®, se ha descrito que es más seguro que el TACE convencional, probablemente por la toxicidad sobre el parénquima hepático asociada con la administración de lipiodol y, principalmente, por el hecho de que la doxorubicina se libera mucho más lentamente de las microesferas, alcanzando niveles sistémicos menores.

La radioembolización con yttrium90 es un procedimiento complejo que se basa en los principios de la braquiterapia intraarterial y requiere de un enfoque multidisciplinario para asegurar seguridad en el paciente, siendo un soporte para lograr resultados oncológicos favorables. En un escenario clínico apropiado, se utiliza en lesiones neoplásicas hepáticas malignas primarias o metastásicas; la eficacia clínica y los beneficios de la administración intraarterial de esta sustancia radioactiva, en combinación con otras terapias, se presentan como el tratamiento de primera línea para estos tumores.

El yttrium90 es un producto degradado del estroncio90 o puede ser producido por el bombardeo de neutrones del yttrium89. Es una partícula que emite sólo partículas beta y su vida media es de 64.1 horas. El promedio de energía de la emisión de estas partículas beta es de aproximadamente 0.94 MeV, induciendo muerte celular en el tejido vecino en su actividad apropiada. Una de las limitantes en la radioterapia convencional, en el tratamiento de tumores hepáticos, es la pobre tolerancia del parénquima hepático normal a la radiación. Para destruir un tumor sólido, la dosis mínima que se necesita es de por lo menos 70 Gy para producir daño celular irreversible, pero la tolerancia del parénquima hepático es entre 30 y 40 Gy. A dosis de 40 Gy, la posibilidad de causar daño hepático inducido por radiación es de casi el 50%. Ya que la mayoría de las neoplasias hepáticas malignas son radiosensibles y tienen irrigación predominante por la arteria hepática, más que por la circulación portal, concentrar microesferas cargadas con yttrium90 dentro del tumor, inducirá muerte celular por radiación con relativa limitación del daño en parénquima sano. Se pueden utilizar microesferas de vidrio o de resina, midiendo las primeras entre 20 y 30 micras en su diámetro y las segundas entre 20 y 60 micras.

Las indicaciones para el empleo de ambos tipos incluyen el manejo de neoplasias primarias malignas de hígado, tanto en carcinoma hepatocelular como colangiocarcinoma y en lesiones metastásicas. En el caso de lesiones hepáticas metastásicas irresecables de primario de colon y/o recto, se puede apoyar con quimioterapia intraarterial intrahepática con fluoxoridina.

CONCLUSIONES

Los procedimientos de radiología intervencionista son y serán de gran utilidad y valor, siempre y cuando sean indicados correctamente, con total justificación clínica. Requieren una actividad médica multidisciplinaria e interdisciplinaria. El grupo médico debe estar completamente entrenado en estos procedimientos y contar, de preferencia, con una amplia experiencia. En casos específicos, como son embolizaciones preoperatorias, reducen tiempos quirúrgicos y de anestesia, así como la cantidad de sangrado quirúrgico. Cuando se realiza cualquiera de los procedimientos, se deben tener a la mano todos los materiales y los instrumentos necesarios. El radiólogo intervencionista deberá conocer a la perfección los insumos, su diseño y materiales de fabricación, y la manera de manipularlos dentro del cuerpo de los pacientes, así como saber retirarlos de manera rápida y segura; también deberá conocer e identificar las complicaciones, evitarlas en lo más posible, y corregirlas cuando se lleguen a dar. El radiólogo intervencionista también es un médico preparado en especialidad y postgrado, con capacidad de argumentar, convencer y escuchar a otros médicos especialistas, para que en conjunto la decisión o las decisiones sean las mejores para el paciente.

Hoy en día puede considerarse a la radiología intervencionista como un recurso esencial para el manejo correcto del paciente oncológico, siendo de gran utilidad desde la biopsia diagnóstica inicial hasta el manejo paliativo en las complicaciones del cáncer.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nebesar RA, Pollard JJ, Stone DL. Angiographic diagnosis of malignant diseases of the liver. *Radiology*. 1966; 86 (2): 284-291.
2. Watson RC, Fleming RJ, Evans JA. Arteriography in the diagnosis of renal cell carcinoma: review of 100 cases. *Radiology*. 1968; 91 (5): 888-897.
3. Ríos-Reina JL, Vargas-González CA. Procedimientos intervencionistas en vías biliares. *Acta Med*. 2006; 4 (3): 211-212.
4. Burke DR, Lewis CA, Cardella JF, Citron SJ, Drooz AT, Haskal ZJ et al: Quality improvement guidelines for percutaneous transhepatic cholangiography and biliary drainage. *J Vasc Interv Radiol*. 2003; 14 (9 Pt 2): S243-S246.
5. Ríos-Reina JL, Vargas-González CA. Nefrostomía percutánea. *Acta Med*. 2006; 4 (3): 207-209.
6. Ramchandani P, Cardella JF, Grassi CJ, Roberts AC, Sacks D, Schwartzberg MS et al. Quality improvement guidelines for percutaneous nephrostomy. *J Vasc Interv Radiol*. 2001; 12 (11): 1247-1251.

7. Dyer RB, Regan JD, Kavanagh PV, Khatod EG, Chen MY, Zagoria RJ. Percutaneous nephrostomy with extensions of the technique: step by step. *Radiographics*. 2002; 22 (3): 503-25.
8. Golzarian J, Sapoval MR, Kundu S, Hunter DW, Brountzos EN, Geschwind JF et al. Guidelines for Peripheral and Visceral Vascular Embolization Training: joint writing groups of the Standards of Practice Committees for the Society of Interventional Radiology (SIR), Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE), and Canadian Interventional Radiology Association (CIRA). *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21 (4): 436-441.
9. Kwan SW, Kerlan RK Jr, Sunshine JH. Utilization of interventional oncology treatments in the United States. *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21 (7): 1054-1060.
10. Hinshaw JL, Lubner MG, Ziemlewicz TJ, Lee FT Jr, Brace CL. Percutaneous tumor ablation tools: microwave, radiofrequency, or cryoablation-what should you use and why? *Radiographics*. 2014; 34 (5): 1344-1362.
11. Grosso M, Vignali C, Quaretti P, Nicolini A, Melchiorre F, Gallarato G et al. Transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma with drug-eluting microspheres: preliminary results from an Italian multicentre study. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2008; 31 (6): 1141-1149.
12. Muros M, Díaz MS, Vila N, Mendoza F, de la Rubia A, Capel A. Experiencia de uso de partícula DCBead cargadas con doxorubicina en quimioembolización hepática. *Farm Hosp*. 2011; 35 (4): 172-179.
13. Camacho JC, Moncayo V, Kokabi N, Reavey HE, Galt JR, Yamada K et al. (90)Y Radioembolization: Multimodality Imaging Pattern Approach with Angiographic Correlation for Optimized Target Therapy Delivery. *Radiographics*. 2015; 35 (5): 1602-1618.