



BRAQUITERAPIA ENDOBRONQUIAL

C. García Polo¹, J. Jaén Olasolo²¹Unidad clínica de gestión de Neumología y Alergia. ²Servicio de Radioterapia.
Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz

INTRODUCCIÓN

La braquiterapia (BQT) es un tratamiento antineoplásico que consiste en situar fuentes de radiación en estrecha proximidad del tumor o la zona a irradiar, o incluso en su interior. Permite administrar dosis elevadas de irradiación y biológicamente muy eficaces, al tumor o zona de riesgo, con una rápida “caída” de dosis en sus inmediaciones, es decir, en los tejidos sanos circundantes. Esta, que es su principal ventaja, también constituye una limitación, ya que sólo se pueden tratar volúmenes relativamente pequeños de tumor. Se suelen clasificar las técnicas de BQT en: a) intersticiales, cuando las fuentes se colocan en el interior de la zona a tratar (cáncer de labio, mama, etc.), b) endocavitarias, cuando se aprovechan las cavidades anatómicas naturales para acceder al tumor (cáncer de rinofaringe, ginecológico), c) endoluminales, cuando las fuentes se dirigen a través de la luz de órganos huecos (bronquios, esófago, vía biliar, etc); c) de contacto (tumores cutáneos y oftalmológicos) y d) metabólicas, a través de la circulación sanguínea.

La BQT nace al poco de descubrirse la radiactividad y, ya desde principios del siglo pasado, se tiene constancia del tratamiento de tumores cutáneos con radium, el isótopo radiactivo natural descubierto por Marie Curie en 1898. Desde entonces, su desarrollo ha seguido un curso paralelo a la radioterapia externa (RTE), en el que podemos distinguir varios hitos importantes: a) obtención de nuevos isótopos en reactores nucleares (años 30); b) desarrollo de técnicas de carga diferida con aparatos que introducen las fuentes radiactivas en aplicadores específicos con control remoto (años 50); c) incorporación de tecnología informática para realizar dosimetría computarizada (años 70); y d) empleo de isótopos que emiten radia-

ciones con alta tasa de dosis (HDR: “High Dose Rate”). Precisamente este último avance es el que ha permitido el tratamiento de los tumores endobronquiales, sólo posible mediante el uso de determinadas fuentes radiactivas miniaturizadas (por ejemplo, cilindros de Ir¹⁹² de 0,6 mm de diámetro x 3,5 mm de longitud), capaces de administrar dosis terapéuticas en pocos minutos y de ser vehiculizadas a través de catéteres de calibre inferior a 2 mm.

Las normativas internacionales sobre neumología intervencionista incluyen a la BQT como uno de los posibles tratamientos paliativos y radicales de determinadas enfermedades neoplásicas y benignas que afectan el árbol traqueobronquial^{1,2,3}. Ofrece la ventaja añadida de que puede aplicarse en niveles distales del árbol bronquial donde otras técnicas no pueden llegar (por ejemplo, láser).

INDICACIONES

Como cualquier procedimiento médico, la clave del éxito es sentar una correcta indicación clínica. Y en el caso que nos ocupa, resulta de extraordinaria importancia una buena coordinación, ya desde la valoración inicial, entre el neumólogo y el especialista de oncología radioterápica. Podemos mencionar tres indicaciones sobre las que existe un amplio consenso científico⁴:

1. Tratamiento curativo de lesiones endobronquiales en estadios iniciales (carcinoma radiográficamente oculto, in situ, estadios I), como único tratamiento o asociado a RTE^{5,6,7}. Los estudios disponibles ofrecen resultados muy interesantes, con tasas de control local del orden de 60-70% a 2 años⁸. Puede constituirse en una de las pocas posibilidades terapéuticas curativas en situaciones en las que

Recibido: 2 de octubre de 2009. Aceptado: 30 de octubre de 2009.

Dr. Cayo García Polo.
cayogarcia@neumosur.net

está contraindicada la cirugía y la RTE. Algunas indicaciones típicas son: segundos primarios tras neumectomía, recidivas endobronquiales o segundos primarios tras RTE y tumores primitivos traqueales. La dosis administrada es del orden de 5 Gy en 6 fracciones semanales.

2. Tratamiento paliativo del carcinoma de pulmón, consiguiéndose mejorar los síntomas respiratorios en el 60-80% de los casos^{9,10}, especialmente aquellos debidos a la obstrucción de la vía aérea proximal y hemoptisis. Puede utilizarse como único tratamiento o en combinación con otras medidas terapéuticas como otros tratamientos endoscópicos (láser, crioterapia, electrocauterio, argon-plasma, terapia fotodinámica) o RTE, mejorando y prolongando sus efectos. La dosis es de 5 Gy en 3 fracciones semanales.
3. Tratamiento del carcinoma no microcítico de pulmón inoperable, en combinación con RTE. Aunque aún no se disponen de datos definitivos sobre su impacto en la supervivencia, hay estudios^{11,12} que indican que la BQT puede mejorar el control tumoral local y sintomático obtenido por la RTE sola. Dosis habitual de 5 Gy en 3 fracciones semanales.

Además de las indicaciones mencionadas, la BQT también puede ser útil como tratamiento postquirúrgico del muñón bronquial en resecciones quirúrgicas por neoplasias de pulmón, en los casos de proximidad o afectación del borde de resección a ese nivel y en las obstrucciones benignas por formación de tejido de granulación tras colocación de un *stent*, cánulas de traqueotomía, anastomosis quirúrgica, etc.

CONTRAINDICACIONES

- a) Las propias de una fibrobroncoscopia (arritmias cardíacas potencialmente mortales, IAM reciente, hipoxemia refractaria, desórdenes hemorrágicos no corregibles, etc.).
- b) Esperanza de vida muy corta (inferior a 3 meses).
- c) Tumores no visibles, no accesibles endoscópicamente (periféricos) o en contacto con grandes vasos.
- d) Fístula traqueo-bronquio-esofágica o mediastínica.
- e) Obstrucción traqueobronquial por compresión extrínseca.
- f) No obtención del consentimiento informado.

PROCEDIMIENTO

Como se ha mencionado previamente, el primer paso conlleva una correcta evaluación por parte del neumólogo y el oncólogo radioterápico, a partir de la información clínica pertinente: informe clínico de su proceso oncológico, copia del informe anatomopatológico, examen endoscópico, estudios de imagen (fundamentalmente TAC de tórax) y, si fuera posible, registro de vídeo de la exploración endoscópica del diagnóstico. Una vez establecida la indicación, informado el paciente y obtenido su consentimiento, se realizarán los estudios habituales previos a cualquier fibrobroncoscopia (hemograma, estudio de coagulación y EKG, dentro de las 2 semanas previas). El procedimiento no precisa del ingreso hospitalario del paciente, pues no necesita más preparación que una fibrobroncoscopia convencional y posterior vigilancia de 2-3 horas post-procedimiento.

El personal necesario que interviene en el procedimiento esta formado por:

- a) Neumólogo: responsable de la delimitación endoscópica del tumor, realización de la fibrobroncoscopia y colocación del catéter endobronquial.
- b) Oncólogo radioterápico: encargado de la delimitación del volumen a tratar y de la prescripción de dosis.
- c) Radiofísico hospitalario: responsable de la planificación del tratamiento.
- d) Personal de enfermería y auxiliar de broncoscopia y del servicio de radioterapia (asistencia durante todas las fases del procedimiento) y técnico (responsable de la aplicación del tratamiento).

Las fases por las que pasa el procedimiento de BQT comprenden la preparación del paciente y el radioquirófano, realización de la fibrobroncoscopia, TAC dosimétrico, prescripción y planificación de la dosis y tratamiento.

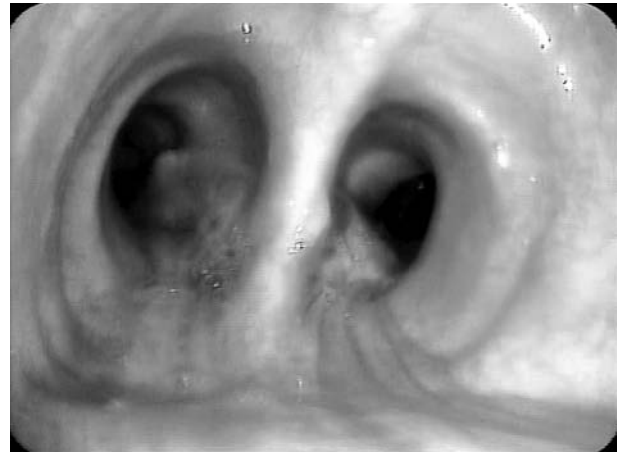
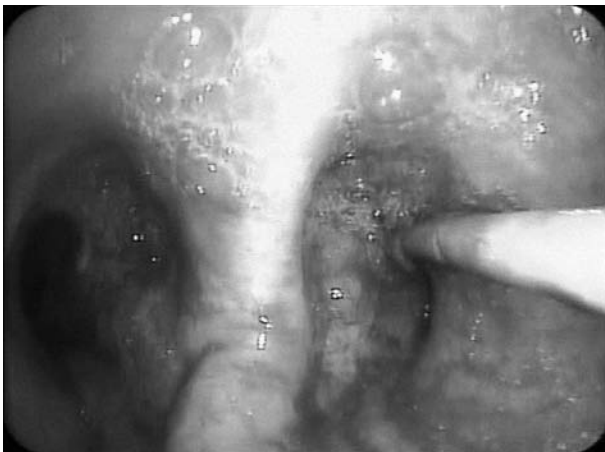
1. Preparación. El procedimiento se realizará en el radioquirófano de braquiterapia del servicio de Radioterapia por el neumólogo, auxiliado por el personal habitual de broncoscopia (enfermera y auxiliar). Previamente dicho personal desplazará al sitio el fibrobroncoscopio con su sistema de imagen. El paciente permanecerá todo el proceso en decúbito supino sobre una camilla apoyada en una mesa tipo "transfer" (sistema móvil de traslado del paciente fuera de la sala que posibilita que no tenga que levantarse ni moverse de la posición de decúbito supino en los traslados), con la cabeza en hiperextensión no for-

zada, el torso desnudo y los brazos a lo largo del cuerpo. Otras medidas de la preparación son: canalización de una vía venosa periférica, extracción de prótesis dentarias si no se hizo previamente, preparación del sistema de aspiración de la sala, instalación de la "torre" con el sistema de imagen del broncoscopio y monitorización de la saturación periférica de oxígeno, mediante pulsioximetría. Es muy recomendable la sedación del paciente pues el procedimiento tiene una duración mayor que una fibrobroncoscopia convencional y permite tolerar mejor el catéter introducido en la vía aérea.

2. Fibrobroncoscopia. Generalmente por vía nasal, bajo sedación consciente (midazolam, propofol etc.) y anestesia local de la cavidad nasal y vía aérea (lidocaína 2%), siguiendo sus procedimientos habituales. Una vez visualizada la neoplasia, se mide longitudinalmente, anotándose la distancia entre el punto de introducción del fibrobroncoscopio (fosa nasal) y el inicio del tumor. A través del canal de biopsia del fibrobroncoscopio se introduce directamente el catéter vector (diámetro 5 French, 1,66 mm) de la fuente de Ir¹⁹², con un fiador metálico en su interior para evitar acodamientos y sobrepasando ampliamente la zona a tratar. Si la lesión a tratar se encuentra localizada en la vía aérea proximal (tráquea, bronquios principales), puede ser necesario recurrir a técnicas encaminadas a centrar el catéter vector en la luz bronquial, como pasar una sonda de silicona (de las utilizadas para alimentación) de mayor calibre a través del catéter vector, introducción de catéteres "inactivos"

alrededor del "activo", empleo de aplicadores especiales (dependiendo de su disponibilidad), etc. Por último, según la región anatómica, puede colocarse más de un catéter, por ejemplo, en el tratamiento de lesiones en la carina traqueal o carina de división de bronquios principales. La colocación del catéter se intentará lo más cercano posible a la lesión. Esto se puede conseguir aprovechando las angulaciones del árbol bronquial, de manera que según dónde introduzcamos el catéter distal a la lesión éste se aproximará más o menos a la mucosa que queremos tratar, haciendo más efectivo el tratamiento. A continuación se va retirando el broncoscopio, a la vez que se va rectificando la posición del catéter, de modo que quede finalmente en el mismo sitio. El mecanismo es similar a la colocación de un catéter tipo fogarty para oclusión bronquial. Para esta maniobra resulta de inestimable ayuda el empleo de la fluoroscopia, tanto en el momento de sacar el broncoscopio como para comprobar su localización tras haberlo retirado del todo. Se anota la distancia entre el final del aplicador y el punto de salida por la fosa nasal, para futuras aplicaciones y se fija a la nariz del paciente.

Como última maniobra de esta fase y una vez comprobado que el catéter se encuentra en el sitio deseado, se retira el fiador metálico del aplicador, se conecta a la conexión metálica que irá al indexador del aparato impulsor de la fuente y después se introduce, hasta el final, el marcador radiopaco calibrado para la dosimetría.



Figuras 1 y 2. Imagen bronoscópica de una paciente con un carcinoma esofágico con infiltración de la entrada ambos bronquios principales. La imagen número 1 presenta la apariencia antes del tratamiento con el catéter aplicado en el bronquio principal derecho. La imagen número 2 presenta el resultado tras 3 sesiones de braquiterapia.

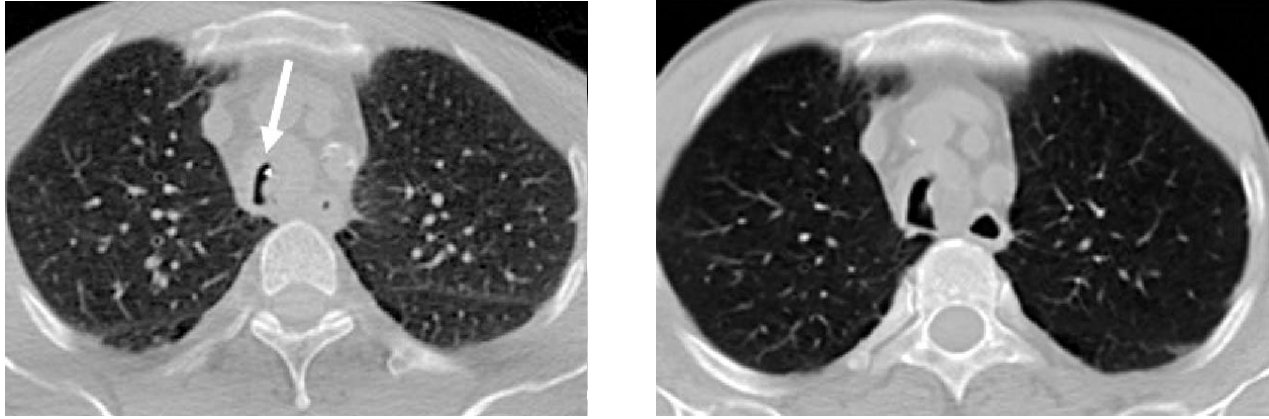


Figura 3. Imágenes de TC que muestran una estenosis traqueal con el catéter aplicador colocado (izquierda) y el mismo paciente tras 3 sesiones de tratamiento (derecha).

3. Dosimetría. En este momento ya se pueden obtener las imágenes radiológicas, bien con radiografías obtenidas con proyecciones ortogonales, bien con TAC. Esta última ofrece la ventaja de poder visualizar exactamente la relación del catéter, no sólo con el tumor, sino también con zonas de riesgo de complicaciones, como la mucosa bronquial sana o estructuras vasculares. Es también útil para hacer el seguimiento y comparar la efectividad del tratamiento entre cada sesión. Se traslada al paciente, mediante la mesa "transfer", hasta la sala de simulación de radioterapia, para la realización de la TAC para el cálculo dosimétrico. La zona a explorar debe incluir toda la zona a irradiar, con espacio entre cortes de 2 mm, y extendiéndose distalmente hasta incluir la punta del aplicador. Una vez concluida la exploración y comprobada la correcta transmisión de imágenes al PACS (Picture Archiving and Communications System), el paciente puede ser trasladado de vuelta al radioquirófano.

4. Prescripción. Se procede a delimitar, por parte del oncólogo radioterápico conjuntamente con el neumólogo, el volumen planeado de tratamiento (PTV) y órganos de riesgo, en la aplicación informática a tal efecto o bien directamente en el planificador. El PTV incluirá el tumor, con márgenes cráneo-caudales de 15-20 mm (mayores si la lesión no se puede identificar correctamente: 20-30 mm) y su extensión transversal. En los tratamientos paliativos, más que delimitar de forma precisa la extensión transversal, se suele prescribir la dosis a una distancia fija del eje del recorrido de la fuente (por ejemplo, a 5 ó 10 mm del eje). En los radicales, el objetivo es incluir el PTV

contorneado en las imágenes de la TAC, dentro de la isodosis de prescripción (100%). Longitudinalmente se deben aplicar márgenes de 15-20 mm al tumor clínico. La dosis siempre será a 1 cm del eje de la fuente. Una vez hecha la prescripción, se rellena la hoja de prescripción de dosis, firmada por el oncólogo radioterápico y se pasa a Radiofísica.

5. Planificación. El físico especialista en radiofísica hospitalaria realiza el cálculo dosimétrico computarizado e individualizado, mediante el cual se establecen los tiempos de permanencia de la fuente radiactiva a lo largo de una distancia exacta, de forma que se cumplan las condiciones de la prescripción clínica sobre la zona tumoral y respetando las dosis de tolerancia de los tejidos sanos vecinos. Finalmente se valora el plan de tratamiento de manera conjunta entre radiofísico y oncólogo radioterápico, se evalúa que sea adecuada la cobertura del PTV, con dosis aceptables en órganos de riesgo (mucosa bronquial, vasos) y se transmiten los datos a la consola de tratamiento del impulsor de las fuentes, por parte del radiofísico.

6. Tratamiento. Las acciones necesarias para ejecutar el tratamiento son las siguientes:

- conexión del catéter al equipo impulsor de la fuente, en una habitación dotada de blindaje radiológico apropiado (radioquirófano);
- transmisión de datos, desde el equipo informático donde se planificó el tratamiento, hasta la consola de control remoto del equipo;
- comprobación de la veracidad de los datos;

- ejecución del tratamiento, en cuestión de pocos minutos, ordenado remotamente desde la consola situada fuera de la habitación y por tanto, sin riesgo radiológico para los profesionales; mientras se lleva a cabo, el personal sanitario realiza un seguimiento del paciente, en todo momento, a través de sistemas de vídeo y audio conectados con la sala de tratamiento;
- una vez terminado el tratamiento, se retira el catéter y, según el juicio de su médico responsable, se procede al alta tras un breve periodo de vigilancia, con indicación de tratamiento médico, recomendaciones y plan de seguimiento clínico para evaluar respuesta y complicaciones.

Complicaciones

Por un lado, las propias de la fibrobroncoscopia y la inserción del catéter aplicador, es decir, hemorragia, arritmias cardíacas, broncoespasmo, insuficiencia respiratoria, neumotórax, etc. En segundo lugar, y con carácter más diferido, las propias de la dosis de radiación administrada, entre las que podemos citar a la bronquitis por radiación, que cursa con tos y molestias locales, siendo el efecto secundario más común¹³. De forma más tardía pueden presentarse otras complicaciones más graves y también más raras, como son: hemorragia severa, estenosis bronquial, etc. Su incidencia varía mucho según las series publicadas (del 5 al 15%) y no pocas veces resulta difícil distinguir entre complicaciones de la braquiterapia y síntomas debidos a la progresión de la enfermedad subyacente. Por ejemplo, por estudios necrópsicos se conoce que más del 90% de las hemoptisis masivas se deben directamente a la neoplasia y no a la técnica.

CONCLUSIONES

La braquiterapia endobronquial resulta ser un método eficaz en el tratamiento paliativo o radical de determinadas enfermedades malignas y benignas que afectan el árbol bronquial. Dado su efecto diferido no está indicada para el tratamiento de las obstrucciones neoplásicas malignas que cursen con insuficiencia respiratoria aguda por estenosis de vía aérea central, aunque puede ser efectiva en lesiones de dicha localización que no estensen de forma crítica la luz traqueobronquial. Para que esta técnica sea efectiva deben concurrir dos condiciones necesarias. En primer lugar contar con una infraestructura adecuada, es

decir, disponer de un radioquirófano dotado para braquiterapia próximo a la sala de TAC para evitar desplazamientos largos del paciente y consumir el menor tiempo posible para el tratamiento. Por otro lado es muy importante el contar con personal adecuado (neumólogo, oncólogo radioterápico, radiofísico) que sienta las indicaciones y seleccione al paciente para este tipo de tratamiento, actuando de forma coordinada (equipo multidisciplinario).

BIBLIOGRAFÍA

1. C.T. Bolliger, P.N. Mathur, J.F. Beamis, H.D. Becker, S. Cavaliere, H. Colt et al. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. *Eur Respir J* 2002; 19: 356–373.
2. Armin Ernst, Gerard A. Silvestri and David Johnstone. *Interventional Pulmonary Procedures. Guidelines from the American College of Chest Physicians.* *Chest* 2003; 123: 1693–1717.
3. Ernst A, Feller-Kopman D, Becker HD and Mehta AC. Central Airway Obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1278–1297.
4. Magné N, Porsin B, Marcy PY, Benezery K, Poudenx M, Vallino P et al. Reappraisal of the role of endobronchial brachytherapy in the management of lung cancer: ten years' experience at the centre Antoine-Lacassagne. *Cancer Radiother* 2003;7: 160-5.
5. Fuwa N, Matsumoto A, Kamata M, Kodaira T, Furutani K, Ito Y et al. External irradiation and intraluminal irradiation using middle-dose-rate iridium in patients with roentgenographically occult lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 49: 965-71.
6. Lorchel F, Spaeth D, Scheid P, Aletti P, Thariat J, Peiffert D et al. High dose rate brachytherapy: a potentially curative treatment for small invasive T1N0 endobronchial carcinoma and carcinoma in situ. *Rev Mal Respir* 2003; 20: 515-20.
7. Marsiglia H, Baldeyrou P, Lartigau E, Briot E, Haie-Meder C, Le Chevalier T et al. High-dose-rate brachytherapy as sole modality for early-stage endobronchial carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47:665-72.
8. Hennequin C, Bleichner O, Tredaniel J and Maylin C. Endobronchial brachytherapy: technique and indications. *Cancer Radiother* 2003; 7: 33-41.
9. Kelly JF, Delclos ME, Morice RC, Huing A, Allen PK, Komaki R et al. High-dose-rate endobronchial brachytherapy effectively palliates symptoms due to airway tumors: the 10-year M. D. Anderson cancer center experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 48: 697-702.

10. Prévost A, Berthiot G, Picavet B, Froissart D, Loirette M, Costa B et al. Endobronchial brachytherapy in combination with external beam irradiation in obstructing malignant bronchial tumors. *Oncol Rep* 2003; 10: 921-5.
11. Huber RM, Fischer R, Hautmann H, Pollinger B, Haussinger K, Wendt T et al. Does additional brachytherapy improve the effect of external irradiation?. A prospective, randomized study in central lung tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 38: 533-40.
12. Langendijk H, de Jong J, Tjwa M, Muller M, ten Velde G, Aaronson N et al. External irradiation versus external irradiation plus endobronchial brachytherapy in inoperable non-small cell lung cancer: a prospective randomized study. *Radiother Oncol* 2001; 58: 257-68.
13. Speiser BL and Spratling L. Radiation bronchitis and stenosis secondary to high dose rate endobronchial irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993; 25: 589-97.