

## Braquiterapia de alta tasa de dosis

Pérez Casas AM, García-Aranda Pez MO\*  
*Jefe del Servicio de Oncología Radioterápica,*  
*\*Médico Adjunto del Servicio*  
*de Oncología Radioterápica.*  
*Fundación Jiménez Díaz. Madrid*

### RESUMEN

La braquiterapia se define como el tratamiento radioterápico que consiste en la colocación de fuentes radiactivas dentro o en la proximidad de un tumor. Tiene como objetivo administrar dosis altas de radiación al tumor, con dosis escasa a los tejidos sanos próximos. Está indicada en el tratamiento de los tumores pequeños.

Es un tratamiento que se comenzó a emplear a principios de siglo y cuya utilización y perfeccionamiento ha crecido de forma espectacular en los últimos veinte años.

Es una de las modalidades terapéuticas que se utiliza en el tratamiento multidisciplinar de los tumores, junto a la radioterapia externa, la cirugía y la quimioterapia.

Existen varios tipos de braquiterapia en función de la actividad de la fuente radiactiva utilizada: de baja tasa, de media tasa y de alta tasa de dosis.

La BT de alta tasa de dosis presenta como ventajas el hecho de que se realiza de forma

ambulatoria, en pocos minutos, no requiere anestesia general y con protección radiológica del personal laboralmente expuesto. Como desventajas se deben señalar el alto coste inicial de los equipos requeridos, la necesidad de renovar las fuentes radiactivas periódicamente y la repetición del proceso de colocación de los aplicadores en el tumor o en cavidades.

La BT de alta tasa de dosis en los últimos años está sustituyendo en la mayoría de los centros a la BT de baja tasa de dosis por ser un método de tratamiento seguro y cómodo y porque los resultados, tanto en control local de la enfermedad como en supervivencia, son comparables a los obtenidos con la baja tasa de dosis.

### ABSTRACT

Brachithery (BT) is a type of radiotherapy consisting in the placement of radioactive sources in or nearby the tumor. Its main goal is to supply high dose of radiation to the tumor while keeping it low to nearby healthy tissues. Its main indications are small tumors.

This therapy was initially used early last century; during the last 20 years it has both improved and its use increased spectacularly.

It shall be considered as one of the modalities within the multidisciplinary tumor therapy, together with external radiotherapy, surgery, and chemotherapy.

Depending on the activity of the radioactive source employed: low, medium and high dose. are several modalities of brachithery

High dose BT has the advantage of being delivered ambulatorily, in few minutes, does not require general anesthesia and has not high demands on

---

e-mail: amperez@fjd.es

radioprotection for the staff. Against are the initial high costs of devices, the need to renew radioactive sources periodically, and the repetition of the placement of sources on patient.

High dose BT has been replacing low level BT in most centers during the last years, partially because is a safe and friendly method, and also because its results compare to low dose BT both in disease control and survival.

## INTRODUCCIÓN

El término braquiterapia (BT) lo acuñó Forsell en 1931, para denominar una modalidad terapéutica, que a diferencia de la radioterapia externa, se caracteriza por la proximidad al tumor de las fuentes radiactivas. Otros términos utilizados para denominar este tipo de terapéutica son: plesioterapia y curiterapia.

La palabra braquiterapia procede del griego *brachys* que significa "corto" (pequeña distancia entre el volumen a tratar y la fuente radiactiva). Por tanto, la braquiterapia se define como el tratamiento radioterápico que consiste en la colocación de fuentes radiactivas encapsuladas dentro o en la proximidad de un tumor.

El objetivo de la BT es administrar dosis altas de radiación al tumor, con dosis escasas a los tejidos normales de alrededor. Tiene el inconveniente de que sólo se puede emplear en el tratamiento de tumores pequeños y no irradia áreas linfáticas. Como ventaja frente a la radioterapia externa, los implantes radiactivos ofrecen la posibilidad de administrar una dosis alta al tumor, en un tiempo reducido, y a un volumen bien delimitado en torno al mismo, con exposición reducida de las estructuras o tejidos adyacentes.

### Consideraciones históricas

La historia de la braquiterapia comienza en París en 1896, tras el descubrimiento de los rayos X por Konrad von Roëntgen. Fue Henri Becquerel quien describió las radiaciones invisibles emitidas por el uranio después de observar el ennegrecimiento de una placa fotográfica en contacto con cristales de ura-

nio. Marie y Pierre Curie comenzaron a estudiar este nuevo material y en 1898 aislaron una nueva sustancia radiactiva contenida en la pechblenda a la cual llamaron *radium* (Ra 226). Su aplicación en la clínica fue casi inmediata, principalmente en procesos oncológicos. Desde que Pierre Curie cedió al Dr. Banlos una pequeña cantidad de *radium* para fabricar aplicadores superficiales para el tratamiento de lesiones cutáneas, los radioterapeutas han ido avanzando en esta terapéutica, aún a costa de sufrir en sí mismos las consecuencias de la excesiva exposición a las radiaciones.

La posibilidad de implantar fuentes radiactivas directamente dentro de un tumor fue una estrategia ya sugerida en 1903 por Alexander Graham Bell. El primer caso ilustrado en la literatura médica de tratamiento con braquiterapia data de 1914, en Dublín, con el tratamiento de un sarcoma de parótida inoperable mediante braquiterapia intersticial.

La primera aplicación de BT endoluminal se realizó en Nueva York, en 1921, utilizando fuentes radiactivas de radon que se introdujeron en el tracto respiratorio del paciente para el tratamiento de un carcinoma bronquial.

Las fuentes de radio han sido utilizadas en el tratamiento de los tumores desde el inicio de la braquiterapia hasta la década de los sesenta.

Al principio, la braquiterapia se utilizó de forma empírica, es decir, sin conocer el mecanismo de acción, la dosificación ni las reacciones adversas. Del empirismo se pasó a un mayor conocimiento radiobiológico, que junto con el perfeccionamiento de los cálculos dosimétricos, permitieron evitar efectos indeseables. Simultáneamente, se incorporaron al "arsenal" terapéutico diversos isótopos radiactivos naturales y artificiales como el cobalto 60, y más tarde el cesio 137 y el iridio 192 para realizar implantes removibles y el yodo 125 para implantes permanentes. La introducción del iridio 192 en forma de hilos para sustituir a las agujas de radio en la BT intersticial fue un hecho de gran importancia en este tipo de tratamientos.

Después de la Segunda Guerra Mundial se han desarrollado numerosos radioisótopos

con tecnología nuclear. Dos condiciones facilitan su utilización en braquiterapia: su más baja energía fotónica y su vida media relativamente corta, entre varios días y 30 años, al compararlos con los 1.064 años del Ra 226. Estos radionucleidos artificiales han sustituido en la práctica totalidad al Ra 226 y al Rn 222 y en nuestro entorno, la sustitución ha sido completa desde la retirada de fuentes con estos isótopos por indicación del Consejo de Seguridad Nuclear debido a los problemas de contaminación que producen.

Los isótopos radiactivos se utilizan habitualmente en la práctica clínica en forma de "semillas", hilos, alambres, agujas, cápsulas, etc.

Las décadas de los sesenta y setenta representan en Europa y particularmente en Francia, el máximo esplendor de la braquiterapia de baja tasa de dosis, imprescindible en el tratamiento conservador de tumores de mama, cavidad oral, canal anal, piel, pene, vejiga, etc. La mayoría de los tratamientos braquiterápicos se llevan a cabo con cesio 137, iridio 192, yodo 125 y oro 198.

Con el desarrollo de la braquiterapia, el tumor que más frecuentemente ha sido tratado es el de útero, utilizando métodos de tratamiento intracavitario (braquiterapia endocavitaria) con fuentes de cesio 137 de baja tasa de actividad cuyo papel clínico está perfectamente definido.

En la década de los ochenta, con la obtención de fuentes cuya tasa es diez mil veces superior a las convencionales, se desarrolla la braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR).

La BT está marcada por la conjunción de sucesivas innovaciones que han relanzado su papel clínico. Estas innovaciones disponibles desde hace décadas, son: la posibilidad de realizar la implantación de las fuentes radiactivas mediante técnicas de carga diferida; la utilización de radionucleidos artificiales; la posibilidad de realizar dosimetría computerizada; y, por último, la utilización de las nuevas tecnologías en imagen.

## MODALIDADES DE BRAQUITERAPIA

La BT como terapéutica engloba subespecialidades bien diferenciadas conceptual-

mente, en cuanto a la forma de aproximar las fuentes radiactivas al tumor:

- La braquiterapia intersticial, en la que las fuentes encapsuladas son colocadas dentro de aplicadores especiales que atraviesan el área tumoral y los tejidos adyacentes para irradiar el tumor con un patrón preconcebido de colocación de los aplicadores (p. ej., la braquiterapia en lesiones cutáneas, en carcinoma de mama, labio, etc.).
- La braquiterapia intracavitaria o endocavitaria en la que las fuentes radiactivas se introducen en contenedores cerrados que se colocan en cavidades anatómicas accesibles (útero, vagina, nariz etc.).
- La braquiterapia endoluminal en la que las fuentes radiactivas se desplazan por catéteres que son introducidos a través de órganos o en luces anatómicas, como bronquio, esófago etc.
- La braquiterapia superficial, distinta de las modalidades anteriores, en la que se utilizan aplicadores superficiales formando placas o moldes con fuentes radiactivas.

## CONCEPTOS

Para poder comprender los fundamentos radiobiológicos de la BT es conveniente recordar que el mecanismo de acción de la radiación es de dos tipos:

1. Mecanismo de acción directo.
2. Mecanismo de acción indirecto.

Sea cual sea el mecanismo de acción, directo, indirecto o ambos, el objetivo final es la producción de diversas modificaciones o cambios en la estructura molecular de las células y principalmente en el DNA, produciendo dos tipos de lesiones:

- **Lesiones subletales** que consisten en la rotura de una de las cadenas de polinucleótidos, cuya reparación es posible por mecanismos enzimáticos. Se traduce en el retraso de la división celular.
- **Lesiones letales**: conlleva la excisión de ambas cadenas y es irreparable. El

desenlace biológico es la muerte celular diferida, o lo que es lo mismo, la pérdida de la capacidad reproductora.

## SISTEMA DE CARGA DEL IMPLANTE RADIATIVO

En el manejo de las fuentes radiactivas de cualquier tipo de dosis, se utilizan sistemas que pueden ser de carga inmediata o de carga diferida.

**Sistemas de carga inmediata** son los que se utilizan al finalizar la colocación de los aplicadores en el tumor. Un ejemplo puede ser el tratamiento de tumores de orofaringe, en los que en el quirófano es necesario sustituir los vectores introducidos en el tumor (lengua, amígdala) bajo anestesia general, por la fuente radiactiva (horquilla de iridio).

**Sistemas de carga diferida.** Dentro de los sistemas de carga diferida se pueden encontrar dos tipos, los manuales y los automáticos.

Permite manejar durante el proceso de implantación intersticial o endocavitaria, portadores huecos que posteriormente y comprobada por medio de rayos X su adecuada colocación con fuentes ficticias, son cargados en la misma habitación en donde permanecerá el paciente durante el tratamiento. Su utilización es actualmente universal y con su empleo se ha reducido drásticamente el riesgo de exposición del personal laboralmente expuesto a las radiaciones.

Existen aplicadores de carga diferida para cada una de las localizaciones susceptibles de tratamientos braquiterápicos intersticiales o intracavitarios. Pueden ser cargados bien manualmente o con máquinas electrónicas de carga diferida remota. Estas últimas son optativas para implantes convencionales de baja tasa de dosis, que requieren uno o varios días de ingreso hospitalario, pero son imprescindibles para los implantes de alta tasa, en los que la dosis se administra en unos pocos minutos y en varias fracciones.

Las técnicas de BT ginecológica intracavitaria y de otras localizaciones, fueron desarrolladas para carga diferida manual.

Las máquinas electrónicas para manipulación remota de las fuentes radiactivas existen

tanto para fuentes de alta como de baja actividad. Para las primeras son inexcusables puesto que estas fuentes sólo pueden ser manipuladas con aparatos de carga diferida remota. Con ellas se pueden administrar tratamientos ambulatorios, dado el corto tiempo necesario para administrar las mismas dosis habituales de las fuentes de baja actividad.

Los equipos de carga diferida automáticos son sistemas que robóticamente transportan la fuente radiactiva desde un contenedor blindado hasta los aplicadores colocados en el paciente y retornan la fuente automáticamente cuando el tratamiento ha finalizado. Permiten reducir significativamente las dosis recibidas por el personal sanitario durante la aplicación del mismo.

Los sistemas de carga diferida disponen de un sistema de almacenamiento de la fuente, un mecanismo de transporte de la fuente desde el almacén hasta su posición en el tumor u órgano a radiar y de un sistema que permita mantener la fuente en el aplicador el tiempo preestablecido.

En los sistemas de carga diferida de baja tasa de dosis las fuentes radiactivas se configuran junto a esferas inactivas en distintas disposiciones para lograr la correcta distribución de la dosis.

Las unidades de alta tasa de dosis constan fundamentalmente de una sola fuente muy activa (de 10 Ci de actividad). Existen diversos equipos comerciales que utilizan como fuente radiactiva el iridio 192. El tratamiento se programa de forma que la fuente radiactiva permanezca tiempos determinados en lugares preestablecidos dentro de los aplicadores, obteniendo al final del tiempo de irradiación, la distribución de dosis deseada.

Los sistemas de carga diferida de control remoto tienen la ventaja de permitir una mejor dosimetría por emplear una fuente móvil, consigue una mejor administración de la dosis ya que se realiza en un corto periodo de tiempo (minutos) y con escasa movilidad de los órganos durante el mismo, la programación del tratamiento mediante la consola del sistema reduce la posibilidad de errores humanos, no requiere estancia hospitalaria con lo que se disminuye las posibles complicaciones y elimina el riesgo de exposición a la radiación del personal sanitario.

En general, los equipos de carga diferida remota son imprescindibles si en un Centro, se tratan anualmente con braquiterapia más de 50 pacientes.

### DOSIMETRÍA COMPUTERIZADA

Los ordenadores consiguen resolver el cálculo de la distribución de la dosis alrededor de una o varias fuentes radiactivas. Los programas dosimétricos han permitido disponer de representaciones en tres dimensiones del volumen blanco a irradiar con las curvas de isodosis, aumentando la seguridad de la prescripción.

En el caso de la BT de alta tasa de dosis, el sistema de planificación determina el desplazamiento de la fuente a lo largo del catéter situado en el volumen blanco elegido y el tiempo de permanencia en cada posición para administrar una dosis uniforme. La información obtenida del resultado de este proceso es transferida a través de *software* al panel de control del equipo de carga diferida para realizar el tratamiento.

El acceso a estos programas es fundamental para la realización de la moderna braquiterapia tanto de alta como de baja tasa de dosis.

### APLICACIONES CLÍNICAS DE LA BRAQUITERAPIA

La BT es una modalidad terapéutica que se emplea en el tratamiento de los tumores combinada o no, a otras estrategias terapéuticas como son la radioterapia externa, la cirugía y la quimioterapia sistémica.

La convergencia de progresos técnicos en distintas áreas ha contribuido decisivamente al reconocimiento que las aplicaciones braquiterápicas tienen en la actualidad. Debido a las características físicas y radiobiológicas de esta modalidad de tratamiento, su uso debe reservarse para tumores localizados, con un tamaño máximo de 5 cm de diámetro y con tiempos de duplicación de las células tumorales lentos.

Existe una amplísima experiencia en BT intersticial de baja tasa de dosis en tumores de cabeza y cuello, acumulada principalmente durante las tres últimas décadas, especialmente en instituciones francesas como el Instituto Gustav Rousy y el Hospital Henri-Mondor de

Creteil, dirigidos por braquiterapeutas pioneros como Chassagne y Pierquin. De los resultados aportados por estas escuelas se han extraído indicaciones prácticamente obligatorias en la clínica como son la utilización de implantes intersticiales con iridio 192 en el carcinoma de lengua móvil en estadios T1 y T2. y en tumores de la orofaringe, habitualmente combinado con la radioterapia externa.

En el carcinoma de labio la BT intersticial con hilos de iridio, es el tratamiento de elección y ha demostrado como única terapéutica, supervivencia libre de enfermedad a cinco años superior al 90%, con mínima morbilidad.

El carcinoma de próstata ha sido el principal modelo tumoral de los implantes permanentes, fundamentalmente para estadios precoces. Se ha utilizado el Au 198 y en última década el yodo 125 y el iridio 192 de alta tasa de dosis. En tratamientos intersticiales la braquiterapia en el carcinoma de próstata se presenta como indicación en estadios precoces aunque sus ventajas frente a la radioterapia externa no están todavía suficientemente establecidas.

Otros tumores con posibles aplicaciones de tratamientos intersticiales son los carcinomas de uretra y vagina; sarcomas de partes blandas; carcinomas de páncreas, cerebro y pulmón; bien con fuentes radiactivas temporales o permanentes (yodo 125).

En el carcinoma de mama tratado con cirugía conservadora, se utiliza la braquiterapia intersticial con iridio 192 para complementar la dosis, tras radioterapia externa, de la zona de asentamiento del tumor primario.

La BT endocavitaria es un tratamiento fundamental en el carcinoma de cuello de útero y en el adenocarcinoma de endometrio. Las técnicas intracavitarias han sido y continúan siendo la parte esencial del tratamiento de estos tumores con intención curativa. La posibilidad de administrar mediante esta técnica una dosis alta a los tumores localizados en este órgano, dosis que son rápidamente decrecientes al alejarse de las fuentes radiactivas, permite preservar de la irradiación los órganos vecinos limitantes en dosis como son la vejiga y el recto.

Para aplicaciones superficiales se utilizan placas de cobalto 60, indicadas en el

tratamiento de lesiones oculares como retinoblastomas y melanomas

Existen también aplicadores de irradiación "beta" como el estroncio 90 que se emplea en el tratamiento de tumores cutáneos y oculares poco profundos y también en el tratamiento de procesos benignos como el *Pterigium* recidivante.

Los radioisótopos no encapsulados de los que se dispone para aplicaciones terapéuticas son: el yodo 131 para lesiones tiroideas, y el fósforo 32 y el oro 198, para tumores de cavidades serosas.

Los implantes permanentes intraoperatorios con yodo 125 también se han utilizado con intención paliativa.

## TIPOS DE BRAQUITERAPIA

Para comprender mejor los tipos de braquiterapia que se utilizan en el tratamiento de los tumores definiremos lo que es la tasa de dosis.

**Tasa de dosis:** Es la dosis por unidad de tiempo, y depende de la actividad específica de la fuente radiactiva que se emplee.

El informe ICRU 38 define tres tipos de braquiterapia según la tasa de dosis de la fuente radiactiva utilizada:

1. Alta tasa de dosis: por encima de 12 Gy/hora (0,2 Gy/mn).
2. Media tasa de dosis: entre 2 y 12 Gy/hora (0,03 y 0,2 Gy/mn).
3. Baja tasa de dosis: entre 0,4 y 2 Gy/h (0,006 y 0,03 Gy/mn).

### Braquiterapia de baja tasa de dosis (LDR)

Frente al fraccionamiento diario de la dosis total que se utiliza en la radioterapia externa, esta irradiación continua a baja tasa de dosis, tiene connotaciones biológicas, que son las responsables de una fracción de células supervivientes inferior a la obtenida con la misma dosis de radioterapia externa fraccionada convencionalmente (Hilaris 1987).

Se caracteriza por tres factores:

1. La dosis se administra por fuentes radiactivas en o cerca del tumor, con lo que se puede alcanzar una buena distribución de la dosis.
2. La radiación es administrada de forma continua en un periodo de tiempo y la reparación del daño subletal puede tener lugar durante el tratamiento.
3. La dosis se administra en un periodo de tiempo mucho más corto que para el tratamiento de radioterapia externa convencional.

La BT de baja tasa de dosis es esencial en el tratamiento conservador de múltiples localizaciones tumorales. Fundamentalmente se ha empleado en el tratamiento de tumores ginecológicos (carcinoma de cérvix y endometrio), piel, labio y mama. Los isótopos radiactivos que se utilizan en estos tratamientos son el cesio 137 y el iridio 192.

Es el tipo de BT más utilizado hasta la aparición de la BT de alta tasa de dosis. Tiene como *inconveniente* la necesidad de ingreso hospitalario del paciente durante uno o varios días, en una habitación radioprotegida y aislada lo que puede suponer un riesgo de complicaciones (sobre todo en pacientes de edad avanzada) tanto físicas como psíquicas. Otro de los inconvenientes puede ser la necesidad de anestesia general o epidural para implantes ginecológicos por el mayor diámetro de los aplicadores vaginales y de la sonda intrauterina.

Para realizar un tratamiento de BT de baja tasa de dosis es necesario disponer de una habitación radioprotegida para el aislamiento del paciente durante el mismo.

### Braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR)

La braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR) está sustituyendo en la actualidad y de forma progresiva en la mayoría de los centros de radioterapia, a la BT de baja tasa de dosis.

La efectividad de la HDR es diferente de la de LDR para los tumores y también lo es la respuesta aguda y tardía de los tejidos normales a este tipo de radiación.

TABLA I  
ETAPAS DEL TRATAMIENTO BRAQUITERAPIA  
DE BAJA TASA DE DOSIS

Preparación del paciente para el tratamiento con anestesia local, epidural o general
Colocación de los aplicadores (ginecológicos, vectores, agujas, etc.) en la localización a tratar
Radiografías de los aplicadores en la localización a tratar para el cálculo dosimétrico y tiempo de duración de la aplicación
Dosimetría y planificación del tratamiento
Introducción de las fuentes radiactivas en los aplicadores colocados en el paciente ingresado en una habitación radioprotegida. Duración del tratamiento entre uno y varios días
Retirada de las fuentes radiactivas una vez finalizado el tiempo de tratamiento y retirada de los aplicadores colocados en el paciente.
Este procedimiento puede realizarse en una sola fase o en dos fases separadas por un periodo de 15 días en el caso de la braquiterapia ginecológica

Para conseguir con alta tasa de dosis los efectos clínicos obtenidos con la baja tasa de dosis administrada de forma continua es necesario: a) que la dosis total de tratamiento sea menor, para compensar la falta de reparación de las lesiones subletales y repoblación celular; b) que la dosis total sea administrada de forma fraccionada, es decir, en varias aplicaciones (generalmente, una a la semana).

Los *requisitos necesarios* para realizar un tratamiento de BT de alta tasa de dosis son:

- Disponer de un equipo de carga diferida con control remoto, que consiste en un contenedor blindado que contiene un isótopo radiactivo de alta actividad específica (10 Ci).
- Contar con un programa de planificación de tratamiento que permita cálculos rápidos y seguros de la distribución de la dosis (dosimetría computarizada).
- Disponer de catéteres o aplicadores adecuados para cada localización anatómica (ginecológicos, endobronquiales, intersticiales, etc.) por donde se desplaza la fuente radiactiva hasta el tumor a tratar.

- Un recinto blindado para la realización del tratamiento que disponga de circuito cerrado de TV y monitores de medida de la radiación.

Como ventajas de la BT de alta tasa de dosis se pueden señalar:

- Menor tiempo de irradiación (escasos minutos).
- Número de sesiones pequeño comparado con la radioterapia externa.
- Evita la anestesia general en ciertos pacientes.
- Protección completa del personal laboralmente expuesto.
- Se prescinde de la hospitalización del paciente ya que se puede realizar en unas pocas horas todo el procedimiento y de forma ambulatoria, con lo que se reducen las complicaciones asociadas al prolongado encamamiento (sobre todo en pacientes de edad avanzada).

La braquiterapia de alta tasa de dosis es un método altamente preciso y seguro de administrar una dosis de radiación.

#### BT de tasa pulsada de dosis (PDR)

Utiliza una fuente que administra dosis aproximadas de 300 cGy por hora, entre 10 y 15 minutos por hora, de forma continua durante varios días.

Combina la selección de dosis óptima de la BT de alta tasa con las ventajas radiobiológicas de la BT de baja tasa de dosis.

#### APLICACIONES CLÍNICAS DE LA BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA DE DOSIS

Cualquier localización en la que se puede realizar un tratamiento de BT de baja tasa de dosis es susceptible de ser tratado con fuentes radiactivas de alta tasa de dosis.

En la práctica clínica, los tumores más frecuentes en los que se emplea la BT de alta tasa de dosis son:

1. Tumores ginecológicos: ca. de cérvix, ca. de endometrio, ca. de vagina.

2. Tumores bronquiales.
3. Tumores esofágicos.
4. Tumores de mama.
5. Tumores cutáneos

La BT de alta tasa de dosis puede utilizarse con intención radical, combinada o no con radioterapia externa y quimioterapia, o como tratamiento paliativo.

#### Ventajas:

- Corto tiempo de tratamiento.
- Tratamiento ambulatorio.
- Mejor tolerado por el paciente.

#### Desventajas:

- Alto coste inicial de los equipos.
- Repetición del proceso de inserción de los aplicadores ginecológicos, o de la esofagoscopia o broncoscopia, para cada aplicación.
- Coste elevado por renovación de la fuente radiactiva de alta tasa de dosis (cada 3 meses) y por la necesidad de contar con un equipo multidisciplinar compuesto por especialistas en radioterapia, endoscopistas, físicos y ATS.

### Braquiterapia ginecológica HDR

Es la más empleada en la práctica clínica.

En la mayoría de los casos se realiza como tratamiento exclusivo o como parte de un tratamiento radical con intención curativa asociado a radioterapia externa. También se puede utilizar para tratamientos paliativos en casos de metrorragia severas y para recidivas tras radioterapia externa.

Los resultados obtenidos en cuanto a supervivencia y control local de la enfermedad son superponibles a los publicados durante las últimas décadas para la BT ginecológica de baja tasa de dosis (Tabla II).

### Braquiterapia endobronquial HDR

Indicada en: a) lesiones tumorales intra-bronquiales accesibles mediante fibrobroncoscopia en pacientes no quirúrgicos con intención curativa; b) borde quirúrgico afecto tras cirugía; c) complemento de dosis después de radioterapia externa con intención radical; d)

recidivas tras radioterapia externa; e) tratamiento paliativo de síntomas como atelectasia, hemoptisis.

**TABLA II**  
ETAPAS DEL TRATAMIENTO BT GINECOLÓGICA DE ALTA TASA DE DOSIS

Preparación de la enferma para la aplicación, a veces es necesaria la anestesia epidural
Colocación de los aplicadores en la localización a tratar (vagina, útero)
Radiografías de comprobación de la situación de los aplicadores en la paciente con marcas radiopacas en recto (sonda rectal), contraste en vejiga (sonda vesical) y fuentes ficticias en los aplicadores
Dosimetría y planificación tridimensional del tratamiento tras digitalización de las radiografías
Realización del tratamiento mediante fuentes radiactivas de alta tasa de dosis
Retirada de las fuentes y de los aplicadores tras finalizar el tiempo de tratamiento
Tratamiento ambulatorio que se realiza en dos horas aproximadamente y que necesita varias aplicaciones (una o varias aplicaciones a la semana)

**TABLA III**  
TÉCNICA DE BT DE ALTA TASA DE DOSIS BRONQUIAL

Anestesia local del área ORL y sedación
Fibrobroncoscopia con control radiológico
Introducción del catéter endobronquial con guía metálica y fijación
Retirada del fibrobroncoscopio y colocación de la guía graduada
Radiografía de comprobación de la posición del catéter endobronquial con fuentes ficticias
Prescripción de la dosis y volumen blanco de tratamiento
Planificación del tratamiento tras digitalización de radiografías
Conexión del catéter endobronquial al equipo de carga diferida
Introducción de la fuente en el catéter endobronquial y tratamiento
Retirada del catéter endobronquial



El número de aplicaciones varía en función de la intención del tratamiento (radical o paliativo) y de la dosis por fracción, siendo habitual realizar entre 2 y 6 aplicaciones (generalmente una aplicación semanal) (Tabla III, página anterior).

#### Braquiterapia esofágica de HDR

**Indicaciones:** a) tumor con componente intraesofágico accesible mediante fibroesofagoscopia; b) borde quirúrgico afecto o escaso; c) complemento de dosis a radioterapia externa en tratamientos exclusivos con intención radical; d) tratamiento paliativo de síntomas, p. ej., disfagia.

La BT endoesofágica puede emplearse como tratamiento paliativo o dentro de un esquema de tratamiento radical (combinado o no con radioterapia externa y quimioterapia).

El número de aplicaciones varía entre 2 y 5 en función de la intención del tratamiento (Tabla IV).

**TABLAIV**  
**TÉCNICA DE LABRAQUITERAPIADE ALTATASA DE DOSIS ESOFÁGICA**

Anestesia local del área ORL y sedación
Fibroesofagoscopia con control radiológico
Introducción del catéter esofágico con guía metálica y fijación
Retirada del fibroscopio y colocación de la guía graduada en el catéter
Radiografía de comprobación de la posición del catéter
Prescripción de la dosis y volumen blanco de tratamiento
Planificación del tratamiento tras digitalización de las radiografías
Conexión del cateter esofágico al equipo de carga diferida
Introducción de la fuente radiactiva en el catéter y tratamiento
Retirada del catéter esofágico