

BRAQUITERAPIA INTRACAVITARIA

Braquiterapia intracavitaria o endocavitaria:

Se aplica a aquellos implantes en los que el material radiactivo queda colocado en el interior de una cavidad natural del organismo en contacto con el tumor.

Podemos hablar de braquiterapia LDR, PDR y HDR.

La braquiterapia HDR ofrece la posibilidad de optimizar la dosis (también la braquiterapia PDR).

Al administrarse en sesiones de corta duración (de 10 a 15 minutos), evita el encadenamiento de las pacientes por lo que es menos incómoda y más tolerable.

Se utilizan distintos tipos de aplicadores.

APLICADORES RÍGIDOS TIPO FLETCHER – SUIT DELCLOS

- . Se componen de una sonda intrauterina rígida y de un colpostato con ovoides de dimensiones variables provistas de protecciones de tungsteno en sus dos extremos.
 - . La sonda intrauterina es rígida, con convexidad anterior, lo que permite mantener el útero en su posición habitual o enderezarla en caso de retroversión.
- . Existen 3 sondas de curvatura variable que favorecen la disminución de la dosis a nivel del recto.
 - . El colpostato se compone de un juego de ovoides cuyo diámetro puede variar mediante la superposición de distintas capas de material plástico, con el fin de adaptarse a todos los tamaños vaginales.
- . Los ovoides estándares tienen 20 mm de diámetro y pueden llegar a 60 mm con las capas más gruesas.



APLICADOR TIPO FLETCHER – SUIT DELCLÓS

UTRECHT CON OVOIDES
en los que se insertan
agujas.

APLICADOR TIPO FLETCHER (Fletcher Williamson Elekta)



APLICADOR FLEXIBLE TIPO DELOUCHE

- . El aplicador de Delouche está fabricado en material plástico y está previsto para un solo uso. Se compone de un juego de 3 aplicadores de dimensiones distintas que permiten adaptarse a las distintas anatomías de las pacientes.
- . Cada aplicador consiste en una sonda intrauterina y dos barriletes vaginales cilíndricos, en medio de los cuales se implantan unos tubos huecos del mismo tamaño que la sonda uterina y una pieza intermediaria que solidariza el conjunto.
- . Estos tubos tienen 6 mm de diámetro externo y 3,5 mm de diámetro interno lo que permite que sean cargados con fuentes de cesio¹³⁷ o de iridio¹⁹² con carga diferida manual o automática.

MOLDES VAGINALES TIPO CHASSAGNE

Se trata de un molde de plástico de polivinilo, definido a partir de un molde previo vaginal realizado con un alginato de endurecimiento rápido y tomado a la paciente en posición ginecológica.

El molde contiene dos tubos de plástico de 7 mm de diámetro, obturados por su extremo distal, para la colocación de las fuentes vaginales (hilos de iridio¹⁹² de 0,5 mm de diámetro contenidos en un tubo de 1,6 mm de diámetro exterior) situados a 7 mm de la superficie externa lateral del molde.

Se perfora un orificio en la parte superior del molde correspondiendo al centro de la huella cervical, por el que se introduce una sonda intrauterina semirígida de 7 mm de diámetro exterior y de 35 cm de longitud.

MOLDES VAGINALES TIPO CHASSAGNE

Su extremo distal, obturado, penetra hasta el fondo de la cavidad uterina; su extremo proximal sobresale ampliamente del orificio vulvar.

Incorpora también una sonda de lavado que permite irrigaciones diarias para la limpieza vaginal de la paciente.

El molde se adapta perfectamente a la anatomía y con la ayuda de unos orificios de 3 o 4 mm de diámetro que se practican en él, la mucosa vaginal se le adhiere asegurando una perfecta inmovilización durante el tratamiento.

Este tipo de aplicador puede fabricarse de manera artesana para cada tratamiento, aunque en la actualidad existen moldes comercializados con distintas formas y tamaños (2,5 cm, 3,5 cm o 4,5 cm de diámetro) que se adaptan a la mayor parte de las anatomías.

MOLDES VAGINALES TIPO CHASSAGNE

Sin embargo, es recomendable tomar siempre el primer molde vaginal con alginato, puesto que es simple, rápido y proporciona una información precisa sobre la situación y la extensión del tumor, al quedar su huella perfectamente impresionada en él.

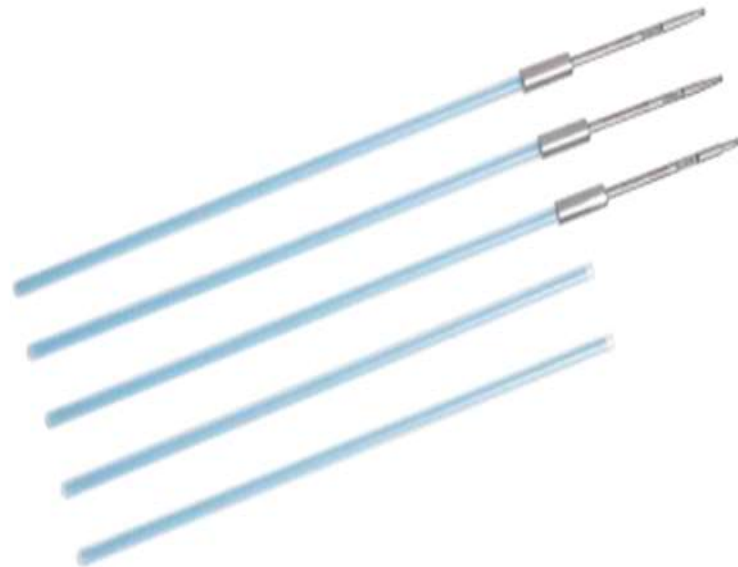
Las aplicaciones pueden realizarse con hilos de iridio¹⁹², con cesio¹³⁷ o con cobalto⁶⁰, siempre que las fuentes sean de pequeño diámetro.

Es una técnica de carga diferida manual o automática.

Otra ventaja importante de este tipo de aplicadores es que no interfiere formando artefactos en ninguna de las tecnologías de diagnóstico (TC o RM) que pueden usarse actualmente para meter los datos de los implantes en los sistemas de planificación 3 D.

APLICADOR TIPO DELOUCHE

(Set aplicador molde vaginal Elekta)



CILINDRO VAGINAL

Esta técnica ha sido sistematizada por Delclos y consiste en la introducción en la vagina de varios cilindros, conteniendo una sonda para las fuentes radiactivas, bien vaginales o uterinas.

El primer cilindro, de 2 cm de longitud, tiene una hendidura que permite el encaje bien de la sonda uterina o de la vaginal.

Los cilindros intermedios miden 2,5 cm de longitud. Incorporan unos pivotes que encajan unos con otros, asegurando su cohesión e impiden la rotación durante la aplicación.

El último cilindro de 2,5 cm de longitud asegura la contención del conjunto de los cilindros en la sonda uterina o vaginal.

CILINDRO VAGINAL

Los cilindros tienen diámetros variables, desde 2 cm hasta 4,5 cm.

Los hay con protección de plomo, que puede ponerse en posición anterior o posterior según se quiera proteger vejiga o recto, respectivamente, o quiera irradiarse solamente una de las paredes vaginales.

Finalmente, una placa aplicada y mantenida contra el periné con un apósito adhesivo o con puntos de sutura, asegura el posicionamiento de los cilindros durante la aplicación.



CILINDRO VAGINAL



CILINDRO VAGINAL



CILINDRO VAGINAL

RECOMENDACIONES ICRU 38

Se aplican a todo tipo de aplicaciones de braquiterapia intracavitaria (y también a otros tipos de braquiterapia). Se refieren a:

- Descripción de la técnica utilizada.
- Referencia total de kerma en aire (TRAK).
- Descripción del volumen de referencia.
- Dosis absorbida en los puntos de referencia.
 - Tiempo dosis patrón.

RECOMENDACIONES ICRU 38

REFERENCIA TOTAL DE KERMA EN AIRE (TRAK).

Es una magnitud física bien definida que se puede calcular fácilmente para cualquier solicitud de braquiterapia. Todos los efectos biológicos están directamente relacionados con ella.

También depende del patrón de tiempo de dosis y condiciones geométricas.

Con el fin de relacionar los efectos biológicos, la TRAK debe ser primero ponderada por un factor relacionado con el patrón temporal de la dosis. El valor numérico de este factor depende del sistema biológico y el efecto, y del nivel de dosis y tasa de dosis. Por lo tanto, varía con la distancia de las fuentes.

RECOMENDACIONES ICRU 38

REFERENCIA TOTAL DE KERMA EN AIRE (TRAK).

La dosis absorbida y los efectos biológicos sobre los tejidos situados a cierta distancia de las fuentes se pueden predecir desde la TRAK (siempre que se haya aplicado un coeficiente corrector para el factor tiempo).

Por el contrario, la distribución de dosis y los efectos sobre los tejidos situados cerca de las fuentes dependen de la fuente y no pueden predecirse solo a partir de la TRAK.

Una relación directa entre la TRAK y la distribución de dosis cerca de las fuentes es válida sólo para un determinado régimen de fuentes.

RECOMENDACIONES ICRU 38

VOLUMEN DE REFERENCIA 60 GY Y SUS DIMENSIONES

Para la comparación e informes, ICRU 38 define el **volumen de referencia** como el volumen que abarca la superficie de isodosis de 60 Gy. Es independiente del volumen de destino individual y del volumen tratado seleccionado por el médico para un tratamiento específico.

Se recomienda el informe de las tres dimensiones ortogonales del volumen de 60 Gy: altura (h), ancho (w) y espesor (t). Las tres dimensiones del volumen 60 Gy y no solo su producto deben ser informados.

Debido a su distribución en forma de pera, el producto de las tres dimensiones es aproximadamente el doble del cálculo del volumen 60 Gy por ordenador.

RECOMENDACIONES ICRU 38

VOLUMEN DE REFERENCIA 60 GY Y SUS DIMENSIONES

En caso de aplicaciones estándar, las dimensiones y el volumen de la distribución están precalculados. En el caso de geometría individualizada, las dimensiones y el volumen se calculan caso por caso.

Para la presentación de informes en braquiterapia (con o sin radioterapia externa) de las dimensiones del volumen de referencia 60 Gy es necesario indicar que abarca la isodosis 60 Gy con braquiterapia (h,w,t).

Para la presentación de informes de braquiterapia combinada con radioterapia externa, la dosis para radioterapia externa tiene que restarse de los 60 Gy y el volumen de la isodosis de referencia resultante, tal y como se indican a continuación: por ejemplo, si se dan 45 Gy con radioterapia de haz externo, este es de 15 Gy, y el volumen de referencia que abarca la isodosis de 15 Gy de braquiterapia es la que se informa. Por otra parte, las dimensiones se deben registrar como altura, ancho y espesor (h,w y t).

RECOMENDACIONES ICRU 38

VOLUMEN DE REFERENCIA 60 GY Y SUS DIMENSIONES

El nivel de dosis debe ser seleccionado de tal manera que el volumen de referencia no sea demasiado diferente del volumen tratado. Si el nivel de dosis seleccionado es demasiado bajo, el volumen de referencia se convierte en esférico, y si la dosis seleccionada es demasiado alta, el volumen de referencia estará estrechamente alrededor de las fuentes individuales.

En ambos casos, contiene poca información útil. El concepto de volumen de referencia ha sido presentado por el ICRU con fines solamente comparativos.

RECOMENDACIONES ICRU 38

VOLUMEN DE REFERENCIA 60 GY Y SUS DIMENSIONES

La especificación del volumen de referencia 60 Gy no implica que el ICRU 60 Gy se recomiende como prescripción de dosis. Sin embargo, si es casi imposible comparar un nivel de dosis, se realizan aplicaciones en diferentes centros y con diferentes técnicas.

Si se utiliza este volumen 60 Gy también para la prescripción, entonces, desde un punto de vista práctico, resulta más fácil comenzar con la determinación de la isodosis adjuntando 60 Gy, teniendo en cuenta la situación clínica y otras informaciones (en particular en qué área y dónde están los puntos en los que el volumen de esta dosis de 60 Gy debe ser prescrito). Después los diferentes datos se presentan según las recomendaciones ICRU.

RECOMENDACIONES ICRU 38

DOSIS ABSORBIDA Y PUNTOS DE REFERENCIA

ICRU 38 define varios puntos de referencia para la presentación de informes:

- Dos puntos de referencia relacionados con el recto y la vejiga que se encuentran relativamente cerca de las fuentes están definidos: el punto de referencia ICRU-vejiga y el punto de referencia ICRU-recto. Estos puntos son reproducibles y confiables, pero no necesariamente representan la dosis máxima de estos órganos de riesgo.
- Relacionados con las estructuras óseas y la topografía de ganglios linfáticos se definen dos conjuntos de puntos de referencia relativamente lejos de las fuentes: punto de referencia de la pared pélvica y puntos del trapecoide linfático. Indican la dosis en los márgenes laterales de la pelvis menor y en los ganglios linfáticos de diferentes regiones: ilíaca externa, ilíaca común y paraaórtica baja.

RECOMENDACIONES ICRU 38

PATRÓN DE TIEMPO DE DOSIS

La duración total de la aplicación de braquiterapia y la tasa de dosis tienen que ser informadas. Si se llevan a cabo varias sesiones, la duración de cada sesión y el intervalo entre sesiones también ha de ser indicado.

Cuando la braquiterapia se combina con radioterapia externa los datos relativos al patrón de tiempo de dosis también se presentan: la dosis por fracción, tiempo de tratamiento de irradiación de haz externo y el tiempo total del tratamiento.

CÁNCER DE CÉRVIX

- En el 90% de todas las pacientes con cáncer de cuello uterino se observa el VPH.
- En las últimas décadas ha habido un aumento de tumores de crecimiento rápido en mujeres jóvenes.
- En tratamientos radicales, la braquiterapia se suele combinar con un tratamiento de radiación externa, pero también se puede combinar con cirugía pre y/o postoperatoria.
- Recientemente, la radioterapia se ha combinado con quimioterapia de platino simultáneamente (cáncer avanzado de cuello uterino estadio IIB a IVA).

CÁNCER DE CÉRVIX

La braquiterapia se aplica principalmente como un procedimiento intracavitario y en casos seleccionados se complementa con implantes intersticiales. La braquiterapia radical para el cáncer de cuello uterino se basa siempre en el uso de fuentes intrauterinas e intravaginales. Sin embargo, hay varios enfoques diferentes dependiendo de la participación:

- Una amplia gama de aplicadores.
- Diferentes patrones de carga a partir de fuentes diferentes.
- Diferentes dosis de prescripción y sistemas de información relacionados con las tradiciones históricas.
 - Diferentes tasas de dosis utilizadas.
- Diferentes duraciones de dosis y fraccionamientos.

CÁNCER DE CÉRVIX

- Los carcinomas de células escamosas representan del 80 al 90% de todos los cánceres de cuello uterino seguidos por el adenocarcinoma.
- El adenocarcinoma mesonefroide, carcinoma adenoescamoso, carcinoma indiferenciado y carcinoma de células vidriosas tienen peor pronóstico.
- Si hay invasión del endometrio concomitante, la tasa de supervivencia es significativamente menor.
- Se describen diferentes formas macroscópicas: exofíticas, ulceradas, infiltrantes, que a menudo se encuentran en combinación.
- Existen diferentes patrones de propagación local (clasificación FIGO, a continuación).

Estadio I El carcinoma de estadio I se limita estrictamente al cuello uterino. No se debe tomar en cuenta la extensión al cuerpo uterino. El diagnóstico de los estadios IA1 y IA2 debe hacerse a partir de los exámenes microscópicos de un tejido extirpado, preferentemente un cono, que rodee la lesión entera.

- **Estadio IA:** Cáncer invasor identificado a través de un examen microscópico únicamente. La invasión se limita a la invasión del estroma medida con un máximo de 5 mm de profundidad y 7 mm de extensión horizontal.
- **Estadio IA1:** La invasión medida en el estroma no supera 3 mm de profundidad y 7 mm de diámetro.
- **Estadio IA2:** La invasión medida en el estroma está entre 3 y 5 mm de profundidad y no supera 7 mm de diámetro.
- **Estadio IB:** Las lesiones clínicas se limitan al cérvix, o las lesiones preclínicas son mayores que en el estadio IA. Toda lesión macroscópicamente visible incluso con una invasión superficial es un cáncer de estadio IB.
- **Estadio IB1:** Lesiones clínicas de tamaño máximo de 4 cm.
- **Estadio IB2:** Lesiones clínicas de tamaño superior a 4 cm.

Estadio II El carcinoma de Estadio II se extiende más allá del cérvix, pero sin alcanzar las paredes pelvianas. Afecta la vagina, pero no más allá de sus dos tercios superiores.

- **Estadio IIA:** Ninguna afección parametrial evidente. La invasión afecta los dos tercios superiores de la vagina.
- **Estadio IAB:** Afección parametrial evidente, pero la pared pelviana no está afectada.

Estadio III El carcinoma de estadio III se extiende hacia la pared pelviana. En el examen rectal, todas la zonas están invadidas por el cáncer entre el tumor y la pared pelviana. El tumor afecta el tercio inferior de la vagina. Todos los cánceres con una hidronefrosis o una disfunción renal son cánceres de estadio III.

- **Estadio IIIA:** Ninguna extensión en la pared pelviana, pero afección del tercio inferior de la vagina.
- **Estadio IIIB:** Extensión a la pared pelviana, hidronefrosis o disfunción renal.

Estadio IV El carcinoma de estadio IV se extiende más allá de la pelvis verdadera o invade la mucosa de la vejiga y/o del recto.

- **Estadio IVA:** Extensión del tumor a los órganos pelvianos cercanos.
- **Estadio IVB:** Extensión a los órganos distantes.

Fuente: TNM Classification of malignant tumours. L. Sobin and Ch Wittekind (eds.), UICC International Union against Cancer, Geneva, Switzerland. pp155-157; 6th ed. 2002. .

CÁNCER DE CÉRVIX

- Tras el examen ginecológico los resultados se registran de forma específica: altura, anchura y longitud del cuello uterino, tumor y su extensión.
 - Se realiza biopsia para histología.
 - La ecografía transabdominal, transvaginal o transrectal y la TC, ayudan a comprobar la ubicación y la dimensión del útero y, en parte, la extensión del tumor bruto.
- Para la orientación en los planos sagital, coronal y transversal y el trazado del tumor macroscópico, la resonancia magnética representa el método de elección.
 - Los métodos seccionales de imágenes, en particular la TC y la RM, se pueden también utilizar para evaluar la topografía de la vejiga, el recto y el colon sigmoideo.

CÁNCER DE CÉRVIX

- El examen laparoscópico obtiene mejor información sobre la participación de los ganglios linfáticos y adapta mejor la estrategia para el tratamiento de radioterapia.
- Los estudios de diagnóstico dependen de la extensión del tumor:
 - . Rectoscopia y cistoscopia para identificar la infiltración de órganos.
 - . Pielografía intravenosa para detectar la obstrucción ureteral.
 - . Radiografía de tórax para identificar metástasis pulmonares.
 - . Enema de bario para comprobar la enfermedad en el intestino grueso.
 - . Gammagrafía ósea para detectar metástasis.

CÁNCER DE CÉRVIX

En el contexto de la radioterapia definitiva, la enfermedad limitada, por lo general, se define como una enfermedad principalmente accesible por braquiterapia, mientras que la enfermedad extendida significa que en la extensión del tumor y el volumen tumor sólo se permite la braquiterapia después de una reducción del tumor con la terapia de haz externo.

INDICACIONES



Enfermedad limitada:

- Cirugía exclusiva
- Cirugía + RT

. BQ uterovaginal +
cirugía + RT externa
postoperatoria

. Cirugía + BQ vaginal

. RT externa + BQ +
cirugía

- RT externa



Enfermedad localmente extendida:

- RT externa + QT concomitante
- Cirugía + RT postoperatoria

INDICACIONES

Enfermedad limitada:

Corresponde a la etapa IA/IB y al estadio IIA/B (con un tamaño tumoral de menos de 4 cm), el tumor de extensión limitado al tercio superior de la vagina y/o hasta el tercio interno del parametrio y accesible con braquiterapia.

No existe un tratamiento estándar y se pueden aplicar diferentes protocolos de tratamiento:

. Cirugía sola

Cirugía clásica con abordaje transabdominal según Wertheim-Meigs, que consiste en la resección en bloque del tumor incluyendo una histerectomía total, colpectomía parcial, oforectomía bilateral y linfadenectomía pélvica sistemática, comenzando, generalmente, con la evaluación de los ganglios linfáticos paraaórticos.

INDICACIONES

. Cirugía combinada con radioterapia

La braquiterapia combinada con cirugía tiene como objetivo la esterilización de la enfermedad microscópica tras la ejecución de la cirugía del tumor en los tejidos esterilizados, así se logra la reducción de una extensa cirugía que permite un aumento en el control local con una disminución de la morbilidad quirúrgica (en comparación con la cirugía radical sola).

La cirugía, en este contexto, tiene por objeto suprimir eventuales enfermedades residuales macroscópicas y microscópicas de la región del tumor para aumentar el control locoregional para evaluar el estado ganglionar tras la linfadenectomía y así, seleccionar las indicaciones para la irradiación externa y la disminución de morbilidad de la braquiterapia (en comparación con la combinación de radioterapia externa y braquiterapia).

INDICACIONES

. Braquiterapia úterovaginal + cirugía + RT externa postoperatoria

Se realiza 6 semanas después de la cirugía.

Si existen ganglios pélvicos positivos se administra RT externa + QT concomitante

. Cirugía + Braquiterapia vaginal

Mujeres menores de 40 años con tumores iguales o $< a$ 2 cm.

Si hay ganglios pélvicos positivos se realiza una linfadenectomía paraaórtica, y se administra quimioradioterapia concomitante seguida de braquiterapia vaginal.

INDICACIONES

. RT externa + braquiterapia + cirugía

Si hay un cuello en forma de barril, que en principio es inaccesible a la braquiterapia, la radiación pélvica externa en combinación con quimioterapia concomitante (si el tamaño del tumor supera los 4 cm) precederá a la braquiterapia permitiendo una reducción del volumen del tumor que luego puede ser adecuadamente irradiado con braquiterapia preoperatoria.

INDICACIONES

. Radioterapia definitiva:

Depende del volumen del tumor, la extensión del tumor y el riesgo de afectación ganglionar.

La braquiterapia puede ser utilizada sola o en combinación con radioterapia externa.

La braquiterapia está indicada únicamente para tumores en el estadio IA, si la cirugía no es una opción de tratamiento, ya que el riesgo de afectación ganglionar es muy bajo (<1%).

En tumores IB1, con poco riesgo de afectación microscópica parametrial e invasión de los ganglios linfáticos, la dosis de radioterapia de haz externo se mantiene baja (pelvis verdadera, 30-40 Gy).

INDICACIONES

Enfermedad localmente extendida:

La enfermedad localmente extendida incluye IB2, IIA/B cuando el tamaño tumoral es superior a 4 cm o cuando la extensión va más allá del tercio superior de la vagina y/o más allá del tercio inferior de los parámetros, estadio IIA, estadio IIIB, estadio IVA y estadio IVB (con la participación de los ganglios linfáticos paraaórticos).

Una combinación de radioterapia externa con quimioterapia concomitante y braquiterapia (intracavitaria + intersticial) es el tratamiento de elección.

En situaciones específicas se realiza la cirugía.

INDICACIONES

. Radioterapia definitiva + Quimioterapia concomitante:

La estrategia individual depende del volumen del tumor, de la extensión del tumor y del riesgo de compromiso de los ganglios linfáticos.

El beneficio absoluto en la supervivencia libre de progresión y global fue del 16% y 12% respectivamente. El tratamiento estándar en tumores localmente avanzados superiores a 4 cm, es la radioterapia externa combinada con quimioterapia concomitante basada en el platino y según la contracción del tumor durante la radioterapia externa, braquiterapia intracavitaria + braquiterapia intersticial.

El papel de la quimioterapia concomitante durante la braquiterapia no ha sido claramente demostrado. Para los pacientes con estadio II y IVA, el auténtico beneficio de este enfoque de radioquimioterapia concomitante no se ha definido claramente.

INDICACIONES

. Cirugía + Radioterapia postoperatoria:

En enfermedades extendidas, se indica la cirugía en primer lugar. Si se ha hecho, se dan las siguientes recomendaciones:

- Braquiterapia postoperatoria sola, únicamente en caso de alto riesgo de recurrencia vaginal (poco frecuente), por ejemplo, con márgenes cercanos a la cúpula vaginal.
- Braquiterapia postoperatoria con radioterapia externa si no hay un alto riesgo de recurrencia en la vagina y/o pelvis, lo que representa el caso más frecuente en esta situación. Se han realizado ensayos aleatorios que también mostraron un beneficio de un régimen de radioquimioterapia concomitante en esta situación postoperatoria.

VOLUMEN OBJETIVO

El GTV incluye el volumen del tumor primario y su extensión se basa en el examen clínico y la proyección de imagen seleccionada.

El CTV depende de la estrategia de tratamiento.

En el cuello del útero intacto en estadio IA y IB, el CTV para la braquiterapia es, por lo menos, todo el cuello uterino para cualquier etapa y protocolo de tratamiento.

Además, por lo general, una parte del cuerpo del útero (por lo menos la mitad), la parte superior de la vagina (tercera/cuarta) y la parte medial de los parametrios (un tercio) se incluyen, en función de la extensión del tumor individual.

VOLUMEN OBJETIVO

Si la evaluación individual del GTV y, por lo tanto, la definición del CTV se lleva a cabo, se hace posible una adaptación del volumen individual y exacto del protocolo de tratamiento.

El volumen tratado se basa en el cálculo de dosis para la aplicación de la técnica seleccionada con un patrón de carga seleccionado que incluye planificaciones de tratamiento estandarizadas o individualizadas (con radiografías y /o imágenes de cortes TC o RM).

El volumen tratado debe incluir siempre el CTV.

El volumen tratado se compara relacionándolo con una dosis fija, por ejemplo, a 60 Gy, y a esto se le llama volumen de referencia de 60 Gy (ICRU 38).

VOLUMEN OBJETIVO

Estos volúmenes pueden ser muy pequeños en braquiterapia intracavitaria preoperatoria, ya que la cirugía contribuye al control local (media de 129 cm^3 de la serie IGR).

Este volumen debe ser suficiente para cubrir la propagación de la enfermedad microscópica temprana tratada con braquiterapia intracavitaria sola (123 a 185 cm^3 en una serie de Manchester).

Este volumen es más amplio cuando se combina braquiterapia intracavitaria con radioterapia externa como tratamiento definitivo en la enfermedad avanzada limitada y para enfermedad extendida (250 a 450 cm^3 en el IGR, series de Dijon y Viena).

Este volumen es pequeño en braquiterapia vaginal postoperatoria +/- radioterapia externa.

En conclusión, el PTV depende de la estrategia de tratamiento: la braquiterapia preoperatoria, la combinación de radioterapia externa y braquiterapia y la braquiterapia postoperatoria.

VOLUMEN OBJETIVO

Braquiterapia preoperatoria: enfoque radioquirúrgico.

El PTV incluye, por lo menos, el cuello del útero entero más los márgenes de seguridad a través del sitio donde el cirujano trabaja: en el parametrio entre el tercio interior y medio, en la vagina entre el tercio superior y el medio.

El PTV incluye los dos tercios inferiores del útero. Si el crecimiento cervical no es voluminoso, el PTV se amplía a este nivel para conseguir una dosis más alta en el endocérvix.

En la determinación de esta braquiterapia preoperatoria el CTV/PTV, las dosis y volúmenes irradiados de órganos críticos deben ser tomados en consideración.

VOLUMEN OBJETIVO

Radioterapia definitiva: radioterapia de haz externo

En la radioterapia definitiva el objetivo está, por lo general, relacionado con el GTV en el momento del diagnóstico y /o el momento de la braquiterapia.

Si existe una evaluación precisa del volumen objetivo proyectado y tratado, se debe utilizar el GTV en el momento de la braquiterapia.

La definición del objetivo puede variar dependiendo del volumen del tumor macroscópico, la topografía y la estrategia de tratamiento elegido.

VOLUMEN OBJETIVO

- Para el estadio IA, IB1, el objetivo es todo el cuello del útero con un margen de seguridad en el cuerpo (la mitad del cuerpo), tercio superior de la vagina y de la parte interna de los parametrios.
 - Para la etapa IB2, la braquiterapia es precedida por la radioterapia externa, que lleva a una contracción significativa del tumor.
- Para los tumores que se extienden hacia la parte proximal del parametrio (etapa proximal a IIB) los parametrios se incluyen en el CTV en la medida de lo posible, teniendo en cuenta la dosis de los órganos críticos.
- Para los tumores que se extienden a la vagina (estadio II/III), la parte correspondiente de la vagina incluidos los márgenes de seguridad de unos 2-3 cm, tienen que ser incluidos en el CTV para la braquiterapia, según el patrón individual de propagación.

VOLUMEN OBJETIVO

- Para los tumores bien implantados en el parametrio (distal IIB/IIIB), no hay un acuerdo claro sobre la determinación del CTV para braquiterapia. La braquiterapia intracavitaria sola, sólo puede cubrir la extensión del tumor que está justo al lado del cuello del útero. Como la braquiterapia usualmente se combina con RT externa (ya que la extensión del tumor no es accesible al inicio del tratamiento de braquiterapia), en estos casos el GTV en el momento de la braquiterapia, después de la contracción del tumor mediante radioterapia, se puede utilizar para definir el CTV teniendo en cuenta la extensión del GTV en el momento del diagnóstico. En la medida de lo posible, el GTV en el momento del diagnóstico se debe incluir en el volumen tratado teniendo en cuenta la tolerancia del tejido normal.

Cuando la extensión distal del tumor parametrial no puede ser incluida en el volumen de tratamiento, la braquiterapia intracavitaria se debe combinar con un boost dado por RT externa y/o braquiterapia intersticial.

VOLUMEN OBJETIVO

Braquiterapia postoperatoria

Si no hay enfermedad residual, el CTV corresponde a la cúpula vaginal con 5 mm de profundidad en la pared vaginal.

Si hay enfermedad residual, el CTV abarca la enfermedad residual macroscópica y/o microscópica más un margen de seguridad de 2 a 3 cm.

TÉCNICAS

- Técnicas intracavitarias basadas en dispositivos de carga diferida + Descripción general de un implante úterovaginal
 - Técnica basada en el método Manchester
- Técnica basada en el sistema Fletcher-Suit-Delclos
 - Técnica basada en el método de Estocolmo
 - Técnica del Instituto Gustave-Roussy (IGR)

TÉCNICAS INTRACAVITARIAS

BASADAS EN DISPOSITIVOS DE CARGA DIFERIDA.

Para evaluar las diferentes técnicas de aplicación, tienen que ser tomadas en consideración múltiples variables:

- Por encima de todo, el potencial de adaptarse a diferentes situaciones anatómicas y patológicas.
- El tamaño y la forma de las fuentes vaginales con o sin protección integrada.
 - El espaciamiento entre las fuentes de la vagina.
 - La longitud, la curvatura y el ángulo de los catéteres intrauterinos.
- La geometría fija o no fija entre ovoides/anillo y el catéter intrauterino.
- La variabilidad de la carga (anillo/ovoides y el catéter intrauterino).
- Capacidad para evitar sobredosificación en recto y vejiga.
- Potencial para el tratamiento prolongado de extensión del tumor vaginal y parametrial.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN IMPLANTE ÚTEROVAGINAL

La aplicación se realiza bajo anestesia raquídea o general. La paciente se coloca en posición de litotomía dorsal. Se inserta una sonda vesical para el cálculo de la dosis para el cuello de la vejiga que se informa de acuerdo con la definición del punto ICRU vejiga. El globo de la sonda vesical se infla con una solución radiopaca (7 cm³) y se coloca hacia la base de la vejiga hasta que se sitúa en el cuello de la vejiga.

Se introduce uno o varios espéculos vaginales y se coloca una pinza en el cuello del útero en la parte frontal y/o el labio posterior del cuello del útero siempre que sea posible.

Se inserta un histerómetro semiflexible en el orificio cervical para medir con precisión la longitud de la cavidad uterina y documentar su curvatura. Si el tumor ha destruido el orificio cervical, hay que tener cuidado para tratar de identificarlo. Si esto es imposible, la posición del instrumento en relación con el orificio cervical puede ser revisada por ecografía transabdominal o ecografía.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN IMPLANTE ÚTEROVAGINAL

La perforación se debe evitar siempre que sea posible ya que puede determinar cuando hay que interrumpir el tratamiento y cuando se han de tomar medidas adicionales.

Después de la determinación de las dimensiones intrauterinas con la sonda intrauterina, se realiza una dilatación para conseguir la anchura necesaria para la aplicación. Si el diámetro del dispositivo intrauterino es pequeño (por ejemplo 3 mm) no hay necesidad de dilatación significativa.

Después de este procedimiento se debe decidir sobre el tipo de aplicador que se utilice en función del diámetro del tumor y topografía, así como las consideraciones relacionadas con la física: la longitud y la curvatura del catéter intrauterino y el tipo de carriers de origen vaginal (ovoides, anillo).

DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN IMPLANTE ÚTEROVAGINAL

Cuando se utiliza la técnica del molde, esta decisión se toma en el momento en el que el molde se hace sobre la base de la impresión de la vagina. Se introducirán marcadores metálicos, si es posible, dentro de los dos labios del cuello uterino para identificar el cuello del útero más tarde en la radiografía en relación con el aplicador.

El catéter intrauterino se inserta a través del orificio cervical hacia la cavidad uterina. Una brida en el catéter intrauterino puede ser utilizada para indicar la longitud de la cavidad uterina que es empujada contra el cuello del útero y evita la perforación en el fondo uterino.

El aplicador o aplicadores vaginales son entonces introducidos suavemente. El anillo se presiona contra el cuello del útero. Los ovoides son empujados a los fondos del saco vaginal. El eje de la parte del aplicador vaginal suele ser perpendicular al eje de la parte intrauterina.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN IMPLANTE ÚTEROVAGINAL

Si la anatomía es muy estrecha, sólo un catéter intrauterino puede ser utilizado en la vagina, generalmente combinado con un cilindro vaginal. En función del aplicador usado, la parte vaginal puede ser fijada el catéter intrauterino. En la técnica con ovoide y anillo, todo el aplicador suele ser presionado para el embalaje y comparado con una aplicación sobre los fondos de saco o cuello uterino.

Dependiendo del aplicador, el embalaje es introducido de forma individual para permitir aumentar la distancia entre la parte posterior y anterior del aplicador y el recto y la vejiga, respectivamente. Para el aplicador moldeado, que se adapta a la topografía del tumor y anatomía de la paciente, el embalaje y protección no son necesarios: después de un período de 24 horas, el molde no se mueve de manera significativa durante la braquiterapia, y se aleja de la vejiga y del recto de manera significativa.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN IMPLANTE ÚTEROVAGINAL

Al final de la aplicación un tubo flexible con marcadores radiopacos se puede insertar en el recto y se coloca cerca de la pared anterior del recto con el fin de calcular la dosis en puntos específicos dentro del recto. Este tubo también puede ser utilizado para la introducción de algún medio de contraste en el recto. Este es, además el punto de referencia ICRU recto en la pared del recto anterior que debe calcularse y comunicarse.

Dos radiografías (AP y L) se toman con un cuadro de referencia (marco de referencia isocéntrico) después de la posición de litotomía se cambia la posición supina con los muslos juntos (posición de braquiterapia) directamente después del final de la aplicación (braquiterapia HDR) o posteriormente (braquiterapia LDR/PDR/MDR).

La posición del aplicador (incluyendo el embalaje si se utiliza), el globo vesical y la sonda rectal se comprueban. Las radiografías para planificar el tratamiento se pueden tomar después de permitir una adaptación del aplicador a la situación de cada paciente, que generalmente lleva alrededor de 24 horas. Después de este periodo de tiempo, se puede superponer una posición constante del aplicador.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

El sistema de Manchester se ha diseñado para proporcionar patrones constantes de isodosis, independientemente del tamaño del útero y de la vagina.

La fuente se sitúa próxima al canal cervical y es considerada la unidad de intensidad. Las fuentes restantes, localizadas en el cuerpo y la vagina, se aplican como múltiplos de esta unidad y se seleccionan y disponen para producir curvas de isodosis equivalentes en cada caso y una dosis óptima en puntos preseleccionados de la pelvis.

La forma del aplicador permite producir una curva de isodosis que administre radiación al cuello uterino de manera uniforme.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

En el sistema de Manchester, una aplicación viene especificada en términos de dosis en Roentgens, dada a unos puntos específicos llamados A y B.

En el sistema de Manchester clásico, el **punto A** se define como un punto situado a 2 cm del centro del canal del útero y 2 cm hacia arriba desde la mucosa del fondo de saco vaginal, según el eje del útero (hay 2 puntos A, uno a la derecha y otro a la izquierda).

El **punto B** está situado sobre el eje transversal que pasa por los puntos A, y a 5 cm de la línea media entre ambos (uno a la derecha y otro a la izquierda).

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

Esta definición fue modificada en 1952 por Tod y Meredim, y el **punto A** del sistema de Manchester es aún un punto situado lateralmente a 2 cm de la sonda uterina y a 2 cm en dirección craneal desde un plano perpendicular a esta sonda en su extremo inferior. Este punto está ligado a la geometría de las fuentes y no a la anatomía (como era en un principio).

En el sistema de Manchester, el punto A no está considerado como un punto de especificación de la dosis tumoral sino más bien como una referencia en la cual la dosis no debe superar unos límites dados correspondientes a la tolerancia de los tejidos sanos.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

El sistema define el número de fuentes que hay que utilizar, sus actividades y el tiempo de duración de la aplicación para no sobrepasar estos límites de tolerancia.

Típicamente, la carga del aplicador intrauterino varía generalmente entre 20 y 35 mg de Radio y la de los vaginales entre 15 y 25 mg cada uno. Un tratamiento que administre 8000 R al punto A dura unas 140 horas.

Los puntos A y B aún se usan en todo el mundo, aunque no todos los centros los interpretan de la misma manera: algunos los refieren a la anatomía y otros a la geometría de las fuentes. Además, con el tiempo y para numerosos usuarios, el punto A se ha convertido en el punto de especificación de dosis tumoral, lo que cambia completamente la filosofía inicial del sistema sobre la concepción de este punto.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

Por todas estas razones las diferentes maneras de definir los puntos A, dan como resultado diferentes valores del cálculo de la dosis en estos puntos y, puesto que, este valor es usado como dosis prescrita para calcular el tiempo de duración de una aplicación, se obtendrán distintos valores dependiendo de la definición empleada.

La técnica clásica de Manchester se basó en el uso de un cubo intrauterino con opción de 2 longitudes estándar (4 cm y 6 cm) y una longitud no estándar (3,5 cm) (cada tubo tiene una brida de caucho en su extremo del cuello uterino para sostener el tubo en la posición correcta) y dos ovoides vaginales en forma elipsoide, dos de diámetros pequeños (2 cm), dos de diámetros medianos (2,5 cm), dos de diámetros grandes (3 cm) separados en la vagina por un espaciador. La geometría en vivo no se fija bien hasta conseguir una inserción perfecta de las fuentes en los ovoides en ángulo recto con la trompa uterina.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO MANCHESTER

Los modernos aplicadores Manchester físicamente imitan la técnica clásica. Los tubos intrauterinos tienen la misma longitud fija y la brida de cuello uterino y, además, se fija en un ángulo de 40° a la línea de la componente vaginal del tubo. Los ovoides vaginales han mantenido su forma elipsoide con los ovoides pequeños extendidos posteriormente unos 5 mm para construir el embalaje de ellos.

Estos 3 tubos de carga diferida se mantienen unidos y sus posiciones relativas fijadas por una pinza para garantizar una disposición física ideal. Todo el sistema se mantiene en su lugar en el paciente por el embalaje con gasas en la vagina. Cuando la vagina es demasiado estrecha para este embalaje es instalado un cilindro vaginal en la parte del final del tubo intrauterina.

Hoy en día se encuentran disponibles comercialmente tubos uterinos con distintas longitudes graduados en centímetros lo que permite la adaptación de acuerdo con la anatomía individual (con un reborde del útero fijo) y en ángulo en diversos grados a la línea del componente vaginal (0°, 15°, 30°, 45°).

TÉCNICA BASADA EN EL SISTEMA FLETCHER-SUIT-DELCLOS

En la década de 1950, **Fletcher** desarrolló un sistema de radio que combina una sonda metálica rígida intrauterina con unos colpostatos cilíndricos. Esta sonda se coloca en el cuello uterino perpendicular al eje de la vagina. Posteriormente, este sistema fue modificado por **Suit y Delclos** para sistemas de carga diferida manuales remota (aplicador Fletcher-Suit-Delclos).

Más tarde, una versión europea propuesta por **Horiot** es adaptada a la utilización de fuentes de Cesio¹³⁷ y a los diferentes equipos de carga diferida o afterloading.

El tándem intrauterino está disponible en una variedad de curvaturas. La longitud puede ser ajustada por posicionamiento de una brida ajustable. Los colpostatos cilíndricos tienen 2 cm de diámetro, pero puede ser ampliado mediante la adición de una tapa de 2,5 cm o 3 cm de diámetro.

TÉCNICA BASADA EN EL SISTEMA FLETCHER-SUIT-DELCLOS

El blindaje es de tungsteno y se integra en la parte anterior y posterior de los colpostatos estándares para reducir la dosis en la vejiga y el recto. El tándem y los colopostatos son seleccionados para cumplir con el volumen del tumor y de la topografía individual de cada paciente. La posición del aplicador dependerá del empaquetamiento de la vagina y del grado de protección para reducir la dosis a vejiga y recto.

Puesto el aplicador F-S-D permite un posicionamiento independiente del tándem uterino y los ovoides, las posiciones de las fuentes se pueden adaptar fácilmente a diferentes situaciones anatómicas y patológicas.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO DE ESTOCOLMO

Esta técnica emplea un tándem en la cavidad uterina rodeado por una placa cuadrada de radio que se aplica a la pared vaginal y a la portio vaginalis del cuello uterino. No se aplica radio en el canal cervical inferior, empleándose las fuentes vaginales para cubrir la lesión cervical. El tándem uterino y la placa vaginal se inmovilizan mediante un embalaje, manteniéndose de 12 a 36 horas. Se llevan a cabo dos o 3 aplicaciones idénticas separadas por intervalos de una semana.

Existe el aplicador clásico en anillo metálico y el aplicador en anillo compatible con TAC y resonancia magnética. Las dimensiones del anillo y el tubo son comparables a la versión metálica. Los diámetros exteriores son un poco más grandes, por lo tanto no es necesario el tapón. Todo el sistema se fija con un tornillo.

TÉCNICA BASADA EN EL MÉTODO DE ESTOCOLMO

La longitud de la curvatura del tándem intrauterino elegido depende del tamaño y la curvatura de la cavidad uterina. El diámetro del anillo, que es perpendicular al eje del tubo intrauterino, también se elige acorde a la situación anatómica individual.

El anillo está cubierto por una tapa o protector para reducir la dosis a la mucosa vaginal y se fija en el tándem intrauterino. El ángulo entre el anillo y el tándem es siempre 90° . El ángulo entre el anillo y el eje de la vagina se selecciona en función del ángulo entre el eje de la vagina y el útero. El aplicador se fija contra el cuello uterino con un dispositivo de embalaje individual.

TÉCNICA DEL INSTITUTO GUSTAVE – ROUSSY (IGR)

Esta técnica es mucho más avanzada y consiste en la aplicación individualizada mediante la introducción de moldes. Este método, desarrollado en el Instituto Gustave-Roussy, tiene 4 objetivos básicos:

- Irradiación personalizada a la medida.
- Perfecto conocimiento de la distribución de dosis.
 - Radioprotección total.
 - Buena tolerancia por el paciente.

Para llevar a cabo estos 4 objetivos se utilizan 4 medios, que son los siguientes:

- Molde para el aplicador.
- Fuentes radiactivas en miniatura.
- Dosimetría computarizada.
- Equipos de carga diferida remota.

TÉCNICA DEL INSTITUTO GUSTAVE – ROUSSY (IGR)

Moldeado para el aplicador:

Para construir este aplicador personalizado son necesarias 4 etapas:

1. Impresión cervicovaginal:

La paciente se coloca en posición de litotomía, se le introduce un espéculo y se colocan tiras de gasa en cada fondo del saco vaginal lateral. Después se inyecta dentro de la vagina la pasta líquida que será extraída una vez se haya solidificado ayudándose de las tiras de gasa. Para este proceso no hay necesidad tener ningún tipo de administración de anestesia. Esta impresión cérvico vaginal permite la visualización de la topografía del tumor que servirá de guía para la colocación del catéter de las fuentes radiactivas.

TÉCNICA DEL INSTITUTO GUSTAVE – ROUSSY (IGR)

2. Fabricación del molde acrílico:

La impresión cérvico vaginal se introduce en yeso líquido y se divide el yeso seco en dos partes; se barniza la superficie interna de las dos mitades; se baña la superficie con líquidos (resina sintética autopolimerizada en una capa fina) y se elimina la parte áspera de los huecos del aplicador después del secado.

TÉCNICA DEL INSTITUTO GUSTAVE – ROUSSY (IGR)

3. Dibujo y posicionamiento de los catéteres vaginales:

Teniendo en cuenta la anatomía de la paciente, la topografía del tumor y el volumen objetivo, se dibuja la posición de las dos sondas vaginales. Los dos catéteres deben ser paralelos a la superficie anterosuperior del molde (paralela a la superficie del cuello uterino), laterales a la parte izquierda y derecha del labio cervical, paralelos entre sí y separados por una distancia igual a la longitud media de las 2 fuentes vaginales.

La profundidad de los catéteres vaginales en el molde se decide según la duración de la fuente proyectada, de 3 a 6 mm en una fuente de corto y largo plazo respectivamente.

Las longitudes de las sondas vaginales y el espacio se determinarán en función de las dimensiones del tumor. Esta longitud puede ser modificada y adaptada para la carga de la fuente radiactiva en función de la situación.

Las dos sondas vaginales se introducen y fijan en la superficie interna del aplicador moldeado.

TÉCNICA DEL INSTITUTO GUSTAVE – ROUSSY (IGR)

4. Preparación final del molde aplicador:

Son necesarias diferentes modificaciones en el molde como la realización de un agujero para el orificio cervical, una indicación para el meato urinario externo de la uretra y varias perforaciones para fijar el molde a la pared vaginal y para permitir la circulación del líquido antiséptico vaginal a través de un tubo que se inserta en el molde.

Estas perforaciones eliminan el riesgo de desplazamiento del dispositivo en la mucosa vaginal.

Para estos moldes vaginales no es necesario realizar un empaque vaginal ya que este está integrado en el molde, manteniendo los catéteres en su lugar en la misma posición y manteniendo la misma topografía a lo largo de todo el tiempo que dure el tratamiento de braquiterapia.

Con este sistema el paciente puede salir de la cama sin riesgo de desplazamiento del material y sin las complicaciones del reposo prolongado en la cama, gracias a lo que se puede prevenir la trombosis y obtener una mejor tolerancia del aplicador.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

El cálculo de la dosis y la planificación del tratamiento de braquiterapia intracavitaria se realizan de acuerdo con diferentes niveles, sin embargo, independientemente del nivel de dosimetría que se aplique, el objetivo es lograr el efecto terapéutico más óptimo posible:

- De mg.h a TRAK.
- De distribuciones de dosis estándar (Atlas/base de datos) y la especificación de la dosis estándar en los puntos a la individualización.
- De la adaptación de la dosis en los puntos a la adaptación de los volúmenes.
 - Del cálculo de dosis a partir de 2 D a 3 D.
- Desde la planificación del tratamiento basado en imágenes de radiografías a la planificación del tratamiento basado en la proyección de imagen sección 3 D con evaluación individualizada del volumen y los órganos críticos.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Los requisitos mínimos para el cálculo de la dosis, independientemente del método aplicado, son:

- El cálculo de dosis en un punto de referencia.
- El cálculo para más de un punto de referencia.
- El cálculo de ciertos puntos en los órganos críticos con el punto ICRU en recto y vejiga.
- Se indica la altura, anchura y espesor del volumen de la braquiterapia que se caracteriza por la isodosis pasando por el punto A y está relacionado con las dimensiones del GTV y PTV, respectivamente (altura, anchura y espesor).
- Las dimensiones laterales de la distribución de dosis en forma de pera se pueden adaptar a las dimensiones laterales del GTV y PTV respectivamente.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Como una norma básica para la planificación del tratamiento en la actualidad se toman dos imágenes de proyección al final de la aplicación con un marco de referencia que permite los cálculos individuales de dosis para diferentes puntos de referencia en una radiografía en 3D mediante un adecuado equipo asistido de planificación de tratamiento.

Este enfoque permite un análisis más detallado de la evaluación de la distribución de la dosis sobre puntos de referencia para el recto y para puntos más alejados (puntos ICRU recomendados).

La estimación del GTV y del PTV mediante examen clínico, radiografías e imágenes en sección también se puede correlacionar con la distribución de dosis.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Se debe tener especial cuidado para visualizar los órganos críticos en radiografías con marcadores radiopacos o dispositivos, incluyendo la pared vaginal posterior.

Los puntos de referencia son exactamente dibujados sobre las radiografías con el fin de especificar la dosis en ciertos puntos en relación con las fuentes (para el GTV y el PTV, si es posible) y la anatomía de la paciente incluyendo órganos críticos.

Los puntos de referencia reconocidos este momento son los recomendados por el ICRU para los órganos críticos y el punto A y B de Manchester.

Mediante transferencia digital, los puntos de referencia considerados y las fuentes se introducen en el sistema computarizado de planificación de tratamiento.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Si va a utilizarse un aplicador sin una geometría fija, la distribución de la dosis tiene que ser calculada para la geometría del aplicador individual mediante la introducción de puntos específicos de dosis a lo largo del aplicador y luego se podrá adaptar en el sistema de planificación de tratamiento.

La dosis a órganos críticos debe ser limitada de acuerdo con la experiencia clínica, por ejemplo, menos de un cierto porcentaje de la dosis en el punto A hasta el punto de referencia ICRU recto y menos de un cierto porcentaje hasta el punto de referencia ICRU vejiga.

Estas limitaciones también se pueden expresar como valores de dosis absolutos, por ejemplo, 65 a 80 Gy en enfermedades extendidas en un punto de referencia determinado.

Como la posición del recto en relación con el aplicador y el GTV es radiográficamente conocida, la modificación de la relación de su volumen la memoria es posible mediante la adaptación de la configuración de las respectivas fuentes. Esto se puede extender a más de un punto órgano crítico determinado para llegar a una estimación más representativa de la dosis

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Para braquiterapia fraccionada, esas limitaciones se aplican para cada fracción de braquiterapia, sin embargo, hay que tener en cuenta la dosis total para el órgano crítico, según el programa de tratamiento aplicado, incluyendo la terapia de haz externo si se le da.

Si se utilizan tasas de dosis diferentes como braquiterapia LDR/MDR o diferentes dosis altas por fracción como en braquiterapia HDR es necesario un factor de ponderación para el efecto biológico para comprobar que no se superen los límites de tolerancia.

El volumen tratado, que representa el volumen que abarca la dosis prescrita, se adapta a lo más cerca posible al PTV, que en un principio no es posible (en dosimetrías basadas en radiografías). Por lo tanto, para los tumores grandes, esta isodosis se extiende con el fin de cubrir la mayor parte del PTV como sea posible (por ejemplo, más allá del punto A).

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Para las dimensiones y el volumen del volumen tratado (isodosis prescrita) se hace una correlación con las dimensiones respectivas y el objetivo: por ejemplo, un tumor macroscópico con un ancho de 4 cm, 3 cm de espesor y 4 cm de altura (25 cm³) está siendo tratado con una cierta dosis (85 Gy) con un volumen en forma de pera de 6 cm de ancho, 4,5 centímetros de grosor y 6 cm de longitud (80 cm³). Incluso a un nivel básico se debe calcular la mayor cantidad posible de parámetros sugeridos ya que son cruciales para alcanzar el objetivo terapéutico.

Estos son, la altura, anchura y espesor del objetivo y las dimensiones respectivas de la distribución de dosis en forma de pera del volumen tratado. Como mínimo se debe calcular (si la altura no se puede obtener), la anchura máxima y el espesor del objetivo y la anchura máxima del espesor de la distribución de dosis en forma de pera, así como el ancho y espesor a nivel del punto A. El volumen tratado puede ser diferente o idéntico al volumen de referencia que se introduce para la comparación del tratamiento.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Para la grabación y presentación de informes se deben dar las dimensiones y el volumen para:

- El volumen tratado.
- El volumen de referencia de 60 Gy.
- La isodosis que pasa por el punto A (ancho y espesor a nivel del punto A).
- La tasa de dosis que se debe dar por el punto A.
 - Lo que abarca la isodosis de 60 Gy.

Si se utilizan las tasas de dosis que no sean LDR clásica (50 cGy/h), se puede indicar una dosis isoefectiva (por ejemplo, dosis y volumen para el punto A y para el volumen de referencia 60 Gy) basada en los factores de ponderación a partir del modelo biológico de la experiencia clínica.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Recientemente, se ha introducido un completo enfoque de la planificación 3 D del tratamiento basada en la TC y la RM, respectivamente. Después de que las imágenes seccionales se hayan incorporado directamente en el equipo de planificación del tratamiento a través de una red, se realiza una delimitación del GTV/PTV y de los órganos críticos y se evalúan las relaciones dosis-volumen.

Las distribuciones de dosis se muestran como histogramas dosis volumen (HDV) para el GTV/PTV y los órganos de riesgo críticos.

Para el PTV, en el momento de la braquiterapia (como se ve en la RM con el aplicador en el lugar), la dosis prescrita puede adaptarse exactamente para conseguir que el PTV esté delimitado por la isodosis prescrita (tanto como sea posible). Si esto no es posible en un grado suficiente (por ejemplo, por una amplia extensión lateral, parametrial o posterior pararectal) puede ser considerado aplicar una braquiterapia intersticial adicional o un boost de radioterapia externa.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Método moderno de Manchester: la tasa de dosis estándar en el punto A en implantes estándar (pequeño, mediano y grande).

Los patrones de carga de las pastillas de Cesio¹³⁷ (fuerza máxima 40 mCi) imitan a los patrones de carga del radio del sistema clásico de Manchester:

- 20 mg, 15+10 mg, 15+10+10 mg de radio equivalentes contenidos en tubos intrauterinos a corto, medio y largo plazo respectivamente.
- 22,5 mg, 20 mg, 17,5 mg para ovoides grandes, medianos y pequeños respectivamente a cada lado.

Esto se logró mediante el uso de patrones lineales de pastillas activas e inactivas de 2,5 mm de diámetro cada una del sistema Selectron, y la sustitución de 5 miligramos de radio con una pastilla activa.

La tasa de dosis en el punto A se mantiene constante sin importar el aplicador que se utilice, pero se ha cambiado de los 53 cGy por hora del sistema clásico a los 140 a 180 cGy por hora en el punto A en el moderno sistema en función del deterioro o decaimiento de las fuentes.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Método clásico Fletcher (patrones de carga estándar - mg.h – en implante estándar pequeño, mediano y grande).

Con este sistema, la longitud del tándem intrauterino (determinada por la longitud de la cavidad del canal uterino), el tamaño de los ovoides vaginales (determinado por la capacidad de la bóveda vaginal), y la posición del sistema en la pelvis e influyen significativamente en la distribución de dosis.

Para maximizar la dosis en profundidad (para el endocérnix y tejidos parametriales), toda la longitud del canal intrauterino es, por lo general, cargada y se colocan en la vagina los mayores colpostatos que se puedan utilizar sin necesidad de desplazamiento inferior del aplicador.

El patrón de carga clásica de un canal intrauterino de 6,5 – 7,5 cm es 15+10+10 mg de radio-equivalente para una enfermedad residual pequeña y 15+15+10 mg para lesiones endocervicales más voluminosas.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Los ovoides pequeños (2 cm de diámetro) son generalmente cargados con 10-15 mg, mientras que los ovoides medianos se cargan con unos 15-20 mg y los ovoides grandes con 20-25 mg.

Si la anatomía es irregular (bóveda estrecha, canal uterino corto), las cargas se adaptan. El patrón de carga también puede ser adaptado a la patología individual (por ejemplo, las lesiones que afectan principalmente a un labio cervical, invasión de un fondo de saco, el acortamiento del parametrio, el crecimiento a lo largo de la pared vaginal o la enfermedad de expansión masiva central en el cuello del útero y/o itsmo).

La distribución de dosis se da por un plano perpendicular a las fuentes (paracoronar) pasando por el centro de los colpostatos y la fuente intrauterina proximal y distal

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Si la dosis en el recto se relaciona con una dosis de referencia en el punto A, que se considera insuficiente para este sistema, la dosis rectal es generalmente inferior a la dosis de referencia debido a la típica posición del colpostato (perpendicular al eje de la vagina) y el blindaje en el interior de los colpostatos (posterior y anterior).

Aunque este sistema no depende de una evaluación de la dosis en puntos de referencia para centrales, estudios correlativos han demostrado que las cargas estándar, las posiciones de la fuente y la geometría del aplicador que se recomienda en el sistema F-S-D usualmente resulta ser una tasa de dosis de aproximadamente 45-55 cGy/h en el punto A.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Método modificado de Fletcher (Dijon): adaptación de volumen individual (volumen de referencia de 60 Gy) sobre la base de implantes estándar (pequeño, mediano y grande).

La dosimetría sigue las directrices del sistema clásico de Fletcher.

La dosis prescrita, en términos de TRAK, depende del volumen del tumor y de su ubicación. Una parte integral de este sistema consiste en adaptar el volumen teniendo en cuenta la relación dosis volumen de los órganos de riesgo (recto y vejiga), así como del objetivo.

Una formación individual del volumen (modificación de la TRAK) se realiza para cada paciente.

El conocimiento de la distribución de dosis en un paciente en particular se basa en la anatomía del tumor y parámetros del implante, que figuran en las dos películas ortogonales tomadas al final del implante.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La dosimetría automatizada basada en estas radiografías da las dosis para los diferentes puntos y volúmenes del cuello del útero, la vejiga, el recto, los ganglios y las paredes pélvicas. Estos parámetros son registrados y comunicados según recomendaciones ICRU 38.

Las divisiones y la cantidad del volumen de referencia 60 GY se presentan como la altura, anchura y espesor, con letras minúsculas (h, w, t), si se va a realizar la terapia (independientemente de la pauta de tratamiento con o sin EBT) y con letras mayúsculas (A, W, T), si es un tratamiento combinado con radioterapia de haz externo lo que se va a realizar.

El volumen de referencia se expresa en centímetros cúbicos (producto de estas 3 dimensiones).

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La tasa de dosis a órganos críticos se decide sobre la base del riesgo de complicaciones. Este riesgo es estimado del cálculo del volumen HWT y la dosis de referencia para los órganos críticos.

Estos parámetros están correlacionados con una probabilidad definida de efectos secundarios tardíos, en particular para recto y vejiga.

La duración del tratamiento de braquiterapia puede ser variada, así como el patrón de carga del implante.

Como se realizan dos implantes, el primer implante se realiza generalmente de acuerdo con las directrices clásicas descritas anteriormente, mientras que la adaptación individual importante se realiza en el momento del segundo implante cuando todos los parámetros individuales están disponibles a partir de la dosimetría del primer implante.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

. Método del Instituto Gustave-Roussy: adaptación individual del volumen de 60 Gy sobre la base de moldes individuales.

La colocación de las fuentes es dictada por la anatomía de la paciente y la topografía del tumor.

Las longitudes, individualmente seleccionadas para las fuentes, se obtienen caso por caso (16 a 88 mm, con pasos de 8 mm).

Las fuentes del útero son, por lo general, de 48, 56, 64 y 72 mm de largo (poco frecuente u ocasionalmente 40, 80 y 88 mm).

Se deben cubrir, al menos, los dos tercios inferiores del útero: el límite superior corresponde a la unión de los tercios superior y medio del útero y el límite inferior se proyecta en el plano de las fuentes vaginales.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Para el adenocarcinoma endocervical con un crecimiento importante, la longitud se amplía a la cavidad uterina. Las fuentes vaginales más frecuentes son de 24, 32 y 40 mm (de vez en cuando 16 y 48 mm). Estas fuentes son paralelas entre si y con la superficie del cuello uterino en frente de los límites anatómicos derecho e izquierdo de los labios del cuello uterino.

La distancia entre las dos fuentes es igual (+ - 1 cm) a la media de la longitud de las dos fuentes.

Dependiendo de la extensión del tumor, la longitud individual de cada fuente puede adaptarse; por ejemplo, como resultado podemos tener una longitud de la fuente derecha de 32 mm y de la fuente izquierda de 40 mm, en caso de que el tumor se extienda a los parametrios izquierdos o a la izquierda de la vagina.

Si hay extensión a la vagina, la longitud de las fuentes se elige de acuerdo con la topografía.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Este posicionamiento en la longitud de las fuentes se decide, tradicionalmente, en el momento de la fabricación del molde individual. La posición y longitud pueden ser modificadas cuando las imágenes se realizan teniendo en cuenta el ancho, espesor y altura del PTV.

La decisión de la duración del tratamiento depende de la geometría del aplicador, la anatomía de la paciente, la topografía del tumor, la dosis crítica en órganos y los puntos ICRU. La dosis de referencia debe abarcar el PTV, que es el CTV con un margen adicional de 0,5 cm a 1 cm. Una dosis de 60 Gy es administrada a esta isodosis de referencia.

La isodosis 60 Gy es la utilizada cuando el único tratamiento es la braquiterapia, siendo la variación clásica de ancho entre 53 y 65 mm, de espesor entre 20 y 57 mm y de altura entre 56 y 102 mm.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Se calculan dosis adicionales en varios puntos: tumor relacionado (semillas de plata), en el tubo rectal, en la vejiga (punto ALG), en el sigmoide, en la pared de la pelvis derecha e izquierda, en el trapecio linfático Fletcher (6 puntos).

El TRAK es grabado para todo el tratamiento.

El volumen de referencia de 60 Gy promedio para la enfermedad limitada (Ib, IIb) es de 129 cm³ en el tratamiento preoperatorio (cálculo por ordenador, rango de 36 a 487 cm³), con braquiterapia preoperatoria sola.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

En la combinación de tratamientos para la enfermedad extensa (IIbd/III) el volumen de referencia 60 Gy promedio es de 340 cm³ (139 a 689 cm³) para un volumen de 15 Gy de braquiterapia (60 – 45Gy de la terapia externa en estadio distal IIB) y 544 cm³ (273 a 782 cm³) para un volumen de referencia de 10 Gy de braquiterapia (60 – 50 Gy de radioterapia externa en la fase III).

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La dosis en el punto ICRU de recto promedio es de 40 Gy para la enfermedad limitada y, aproximadamente, 60-75 Gy para la enfermedad después del tratamiento combinado.

Para el punto ICRU de la vejiga, la dosis es de alrededor de 32 Gy para la enfermedad limitada y, aproximadamente, 65 a 75 Gy para enfermedad extensa.

La dosis a la pared de la pelvis es de 14 Gy de braquiterapia en la enfermedad limitada y 56 Gy en la enfermedad extensa del tratamiento combinado.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La dosis para los ganglios ilíacos externos y paraaórticos es de 12 Gy y 5 Gy respectivamente, en la enfermedad limitada y de 56 Gy y 52 Gy en extensa.

El punto de la vejiga definido por Alain Gerbaulet (punto ALG: 1,5 cm craneal al punto ICRU tal como se define en la radiografía lateral) suele dar valores más altos y es más representativo de la máxima de dosis en la vejiga.

Estos datos son confirmados por la información proporcionada por RM.

Hoy en día la RM durante la braquiterapia, inmediatamente después de la inserción, así como antes de la carga de la fuente, permite una definición precisa del GTV y CTV y la modificación apropiada del tratamiento.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

- . Método de Viena: dosis individualizada y adaptación del volumen (80-90 Gy) (con la asistencia de radiografía, RM y los programas estándar de carga) sobre la base de los aplicadores anillo estándar (pequeño, mediano y grande).**

El método de Viena utiliza una fuente HDR Iridio¹⁹² paso a paso. Después de la implantación del aplicador se obtienen imágenes de proyección AP y lateral.

Los puntos de referencia se dibujan en estas imágenes para calcular la dosis en ciertos puntos en relación con el aplicador y el GTV, y el PTV utilizando el sistema de planificación del tratamiento. Estos puntos de referencia son los puntos ICRU 38 y el punto A Manchester.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

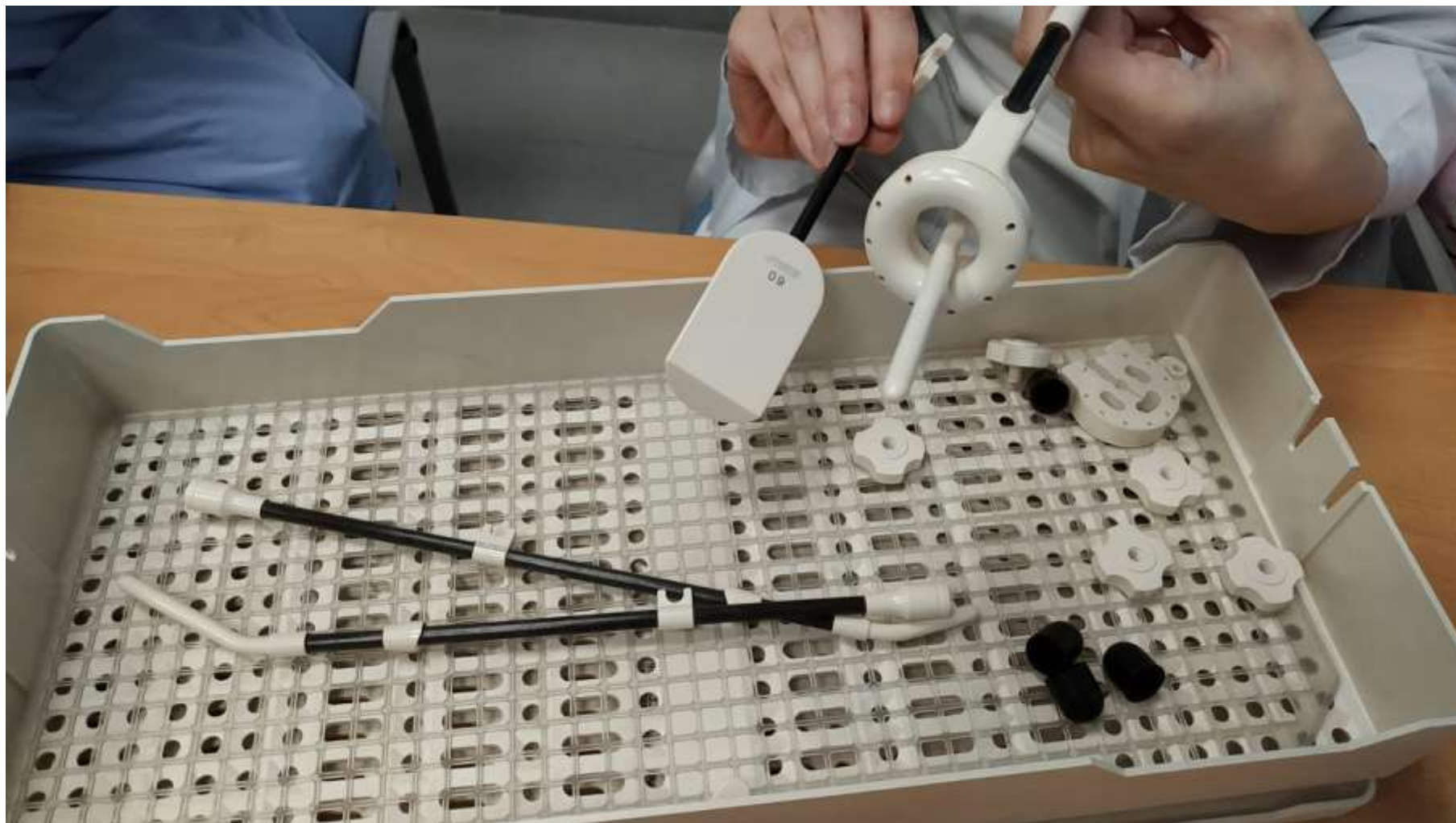
Para el aplicador de anillo, se han generado, patrones de carga en la biblioteca del sistema de planificación de tratamientos. Estas distribuciones de dosis estándar se utilizan para cálculos de dosis inicial.

El punto A es el punto de referencia en estos programas estándar en el que se prescribe la dosis.

Las limitaciones se establecen para la dosis a los órganos críticos: menos del 70% de la dosis en el punto A para el punto de referencia ICRU del recto (5 Gy por fracción) y menos del 80%, si es posible, para el punto de referencia ICRU de la vejiga.

Dado que la posición del recto es conocida radiográficamente en relación con el aplicador y el GTV, es, a menudo, posible una adaptación gracias al cambio de duración de los tiempos de tratamiento o de la posición de parte posterior del anillo. Estas limitaciones se aplican a cada fracción de braquiterapia.

APLICADOR DE ANILLO



CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

En el tratamiento planificado para los tumores pequeños, el límite superior de la dosis de braquiterapia es de 24 a 30 Gy (6 fracciones x 4-5 Gy), y en tumores de gran tamaño de 16 a 20 Gy (4 fracciones x 4-5 Gy).

La dosis física total es de 49 a 55 Gy y 61 a 70 Gy en el recto, lo que corresponde a una dosis total y efectiva de los límites de tolerancia para los tumores pequeños de 56 a 68 Gy y de 70 a 80 Gy para tumores grandes.

El volumen tratado se adapta al GTV/PTV en la medida de lo posible. El cuello uterino entero con un margen de seguridad está incluido en el PTV.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La dosis que se registra en el punto A varía de 6 a 8 Gy por fracción en función del volumen. La dosis promedio en otros puntos de referencia es de $7/4$ Gy y en la íliaca externa y $5/3$ Gy en los puntos de la íliaca común para 6 y 3 fracciones respectivamente.

Las dimensiones medias de los volúmenes en el punto A (volumen de la isodosis de referencia para braquiterapia pasando por el punto A) son cerca de 7 a 10 cm de altura, 6,2 cm de ancho y 4 cm de espesor.

Para el volumen de referencia 60 Gy estas dimensiones promedio de unos 8,5 cm de altura, 7,2 cm de ancho y 5,4 cm de espesor para la enfermedad limitada y 9,7 cm, 8,6 cm y 7,1 cm, respectivamente, para la enfermedad extendida.

CÁLCULO DE DOSIS Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

La dosis de distribución se muestra como un DVH para el GTV/PTV y los órganos de riesgo. La adaptación de la dosis que está adicionalmente basada en estos parámetros no sólo busca los puntos de dosis (radiografía), sino también las relaciones dosis volumen para el resto de la vejiga (TAC y RM) y para el GTV/PTV (RM).

Se han definido los límites para las relaciones dosis volumen para el recto, donde una dosis media por fracción de 5 Gy (dosis total de 20 Gy) se limita a un volumen rectal de 2 cm³.

Complicaciones grado III/IV fueron observadas después de ~ 7Gy por fracción (dosis total isoefectiva > 85-90 Gy) si el volumen de tejido rectal es mayor de 2 a 4 cm³.

Para el PTV ,la dosis prescrita es de 7 Gy.

En la mayoría de los casos, más del 80% del PTV recibe la dosis prescrita. Si una parte importante del PTV no está cubierta por la dosis prescrita, se considera realizar una braquiterapia intersticial adicional.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método Manchester (LDR 140-180 cGy/h)

- Braquiterapia definitiva en enfermedades limitadas

La introducción del nuevo sistema de Cesio¹³⁷ demostró que para asegurar resultados óptimos con un cambio de tasa de dosis de este tipo se concedía una reducción de la dosis total de entre el 10 y el 17%.

Cuando las tasas de dosis y la dosis hasta el punto de referencia ICRU de la vejiga, que se calculó en 20 pacientes, era un promedio de 56% (rango 17% a 90%) de la dosis en el punto A. La dosis en el recto se mantuvo por debajo de 2 tercios de la dosis en el punto A en todos los casos de embalaje vaginal cuidado.

Para la enfermedad de volumen medio, y la terapia de haz externo con una cuña parametrial entrega 32,5 Gy al punto B (15 Gy al punto A) en 16 fracciones son 21 días. Esto se complementa con 60 Gy en el punto A usando radio y 55 Gy usando el sistema de cesio moderno.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método Manchester (LDR 140-180 cGy/h)

- **Radioterapia definitiva, incluida braquiterapia LDR, en enfermedades extendidas.**

Para una enfermedad en fase IIb y II y en pacientes con ganglios linfáticos agrandados, que se extienden desde debajo de la enfermedad en la vagina hasta la cima de la quinta vértebra lumbar (o por encima de cualquier ganglio paraaórtico) se utiliza la técnica de 4 campos.

Típicamente, 40 Gy en 4 semanas en 20 fracciones, se complementarán con 30-32,5 Gy de braquiterapia con Cesio, al punto A en una inserción (antes 37,5 Gy con radio). El sistema Manchester ha interrumpido el tratamiento con cuña parametrial.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Para la enfermedades centrales muy voluminosas en pacientes sin ganglios linfáticos agrandados y pacientes en los que hay preocupación acerca de si el tratamiento intracavitario da una buena calidad, se utiliza, a veces, la aplicación de 45 Gy de radioterapia externa con una pequeña técnica de cuadros de 4 campos (10-12 cm de longitud) para el tratamiento de la pelvis y de forma homogénea; en esta situación de 20 a 22,5 Gy se prescriben en el punto A en una inserción (anteriormente 2500 cGy con Radio).

La TRAK para los 2 esquemas de braquiterapia es 2,07 a 3,15cGy para 32,5 Gy en el punto A y 1,44 a 2,07 cGy de 20-22,5 Gy en el punto A en función de los aplicadores utilizados.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Métodos modificados de Fletcher.

- **Braquiterapia definitiva LDR +/- EBT en enfermedades limitadas.**

Según **Horiot** las indicaciones son las siguientes:

- El tamaño del tumor de menos de 1 cm: dos aplicaciones de braquiterapia: Trak 7,2 cGy a 1 metro, 80 a 100 cGy a la vagina superior.
- El tamaño del tumor de 1 a 3 cm +/- extensión proximal: radioterapia externa 40 Gy más braquiterapia intracavitaria: TRAK 4-4,5 cGy a 1 metro; 30-60 Gy a la vagina superior.
- El tamaño del tumor 3-6 cm +/- extensión proximal: radioterapia externa 40 Gy, más braquiterapia intracavitaria: TRAK 4-4,5 cGy a 1 metro; 40-60 Gy a la vagina superior.
- La tasa de dosis (0,8-1 Gy/h) en la superficie del aplicador se mantiene constante mediante la modificación de la actividad de la fuente en función del tamaño del colpostato.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

En el **método Dijon** pueden ser definidos 3 periodos de tiempo en las estrategias de tratamiento. El primer periodo entre 1970 y 1978, el segundo periodo entre 1979 y 1984 y el tercer período entre 1985 y 1994.

La media de volúmenes HTW para los pacientes tratados en el primer período fue de 612 cm³ para fase Ib, 711 cm³ para fase IIa y 850 cm³ para IIb.

Los volúmenes HWT medios de los pacientes tratados en el segundo periodo fueron 612 cm³ para la fase Ib, 630 cm³ fase IIa y 773 cm³ para IIb

Para los pacientes tratados en el tercer periodo los volúmenes medios HTW fueron 498 cm³ para la fase IB, 472 cm³ para la fase IIa y 511 cm³ para IIb.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Pourquier y colaboradores informaron las dosis máximas de la vejiga de la braquiterapia intracavitaria y dosis acumuladas de la vejiga tanto en el tratamiento de haz externo como intracavitario (etapa I a IV, tratados entre 1970 y 1994):

- Para una dosis de 20 Gy EBT, la dosis en la vejiga estaba en un promedio de 24 y 44 Gy.
- Para una EBT de 30 Gy las dosis promedio son 30,5 y 60,5 Gy.
- Para una EBT de 40 Gy las dosis promedio son 24,8 a 30,6 Gy y 65,8 a 71,1 Gy.
- Para una EBT de 50 Gy las dosis promedio son 24,3 a 32,3 Gy y 74,3 a 82,5 Gy.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Crook y colaboradores reportaron datos de 348 pacientes con estadio IA hasta IIIb tratados entre 1975 y 1983. Para los volúmenes HWT de entre cerca de 100 y 200 cm³ la dosis acumulativa del recto (tanto intracavitaria y tratamiento de haz externo) era entre 60 y 90 Gy. Ellos documentaron una correlación entre la dosis rectal media de braquiterapia intracavitaria sola y los volúmenes HWT. Para los volúmenes HWT entre los 500 y 800 cm³ la dosis acumulada del recto era aproximadamente entre 60 y 80 Gy.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Barillot y colaboradores documentaron (fase I a IV, tratados entre 1970 y 1994) las nuevas dosis estándar de recto y vejiga sobre la base de las curvas de correlación. Solo se demostraron complicaciones rectales dentro del área delimitada por los valores por debajo de los 750 HWT cm³ y tasa de dosis de referencia rectal por debajo de 50 cGy/h. Mantener los parámetros dosimétricos dentro de esta zona de seguridad puede evitar la aparición de graves complicaciones rectales.

Aunque se ha encontrado correlación con complicaciones de la vejiga, la dosis y la tasa de dosis de la vejiga, las reglas de decisión no son tan claras debido al escaso número de complicaciones graves observadas. Sin embargo, la zona de seguridad puede ser decidida por una dosis de referencia de la vejiga por debajo de 70 Gy y una tasa de dosis de la vejiga por debajo de 50 cGy/h.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método IGR (LDR)

- Radioterapia preoperatoria en enfermedad limitada.

Para enfermedad limitada y proximal en la etapa IB IIA/B la braquiterapia preoperatoria se adapta a las etapas del tumor:

- . Tamaño del tumor menor de 4 cm (IB1/IIB): la braquiterapia en una sola sesión o en dos sesiones, si la geometría del implante no se adapta perfectamente a la anatomía y/o la topografía del tumor. La tasa de dosis de referencia es, por definición, 60 Gy y debe abarcar el volumen de destino (superior de la vagina, tercio interno de los parametrios, tercio superior del útero). La dosis máxima a la vejiga y al recto es inferior a 50 Gy, teniendo en cuenta el volumen irradiado de la vejiga y el recto. La tasa de dosis es de 0,3 a 0,6 Gy por hora en el nivel de la isodosis de referencia.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

- Tamaño del tumor mayor de 4 cm (IB2/IIB): irradiación externa 20 Gy más braquiterapia. La isodosis de referencia para la braquiterapia es de 40 Gy (60 Gy menos 20 Gy - dosis de irradiación externa-). Para la vejiga y el recto la dosis media entregada por la braquiterapia es de 30 Gy. La tasa de dosis es 0,3 a 0,6 Gy por hora a nivel de la isodosis de referencia. A partir de 1999, en esta situación clínica, el tratamiento comienza con quimio radioterapia concomitante hasta 45 Gy seguida de braquiterapia: la isodosis de referencia es 15 Gy.
- Para la enfermedad limitada con factores de riesgo, la terapia postoperatoria de haz externo que se administra es: irradiación pélvica con protección central adaptada a la radioterapia anterior con arreglo a la dosis entregada a los ganglios con braquiterapia, o radiación externa + braquiterapia realizada 6 semanas antes de la cirugía (desde 30 a 40 Gy).
- En pacientes tratados con braquiterapia preoperatoria en IGR, La TRAK media fue de 4,6 cGy a 1 metro (desde 1,4 hasta 9,1), la tasa de dosis media 0,55 Gy por hora, la dosis media a la vejiga 32 Gy (7,2-80), para el recto de 40 Gy (8,5 a 97), a los ganglios ilíacos externos 12 Gy (1,2 – 48), a los ganglios paraaórticos (0,2 a 21 Gy) y a la pared pélvica 14 Gy (0,2-33).

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método IGR (LDR)

. Braquiterapia definitiva y EBT en enfermedades extendidas.

- Tamaño del tumor menor de 4 cm: irradiación externa de 45 Gy + una sesión de braquiterapia con la isodosis de referencia de 15 Gy (dosis total de 60 Gy). La irradiación debe ser radical, por lo que la dosis total de la vejiga y el recto es mayor que en braquiterapia preoperatoria: vejiga 65 a 70 Gy, recto desde 60 a 65 Gy.
- Tamaño del tumor mayor de 4 cm: quimioterapia concomitante con cisplatino e irradiación externa de 45 Gy + braquiterapia intracavitaria (1 o 2 sesiones) +- braquiterapia intersticial con una isodosis de referencia de 15 Gy. La dosis total de la vejiga es 70 a 75 Gy. Al recto 65 a 75 Gy.

Método IGR (LDR)

- . Braquiterapia definitiva y EBT en enfermedades extendidas.**

En estas situaciones con una alta dosis entregada a los órganos críticos, hay que tener en cuenta la alta dosis en el volumen irradiado a un órgano.

La tasa de dosis es la misma que en la enfermedad limitada: 0,3-0,6 Gy por hora.

La TRAK es de, aproximadamente, 2 cGy a 1 metro.

Si hay afectación ganglionar con enfermedad extendida se aplica un boost de irradiación externa de 5 a 15 Gy sobre los ganglios afectados.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método de Viena (HDR/PDR)

- **Braquiterapia HDR definitiva y EBT en enfermedades limitadas.**

La braquiterapia intracavitaria se da en 5 a 6 fracciones de braquiterapia HDR de 7 Gy en 5 a 15 minutos sobre la dosis prescrita al PTV a intervalos semanales (hasta el punto A o cerca).

La terapia de radiación externa se administra de forma simultánea 4 días a la semana con un acelerador lineal con una técnica de cuadro de 4 campos en fracciones de 1,8 a 2 Gy hasta una dosis total de 40 a 50 Gy en el punto ICRU (45 Gy concomitantes con quimioterapia cisplatino). El tiempo total de tratamiento es de 6 semanas.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

La TRAK promedio es de 2,8 cGy a 1 metro durante 6 fracciones en tumores pequeños. La dosis física total en el punto A es de 60 a 67 Gy en tumores pequeños (5-6 fracciones).

La dosis biológicamente ponderada correspondiente para la radioterapia convencional fraccionada (similar a la braquiterapia LDR), se calcula utilizando el modelo lineal cuadrático y es 73 a 83 Gy.

Dosis por fracción de la pared lateral derecha de la pelvis, y en los ganglios linfáticos y la ilíaca común son 1,35, 1,2 y 0,85 Gy respectivamente (puntos ICRU).

El volumen tratado con braquiterapia y EBT (dosis isoefectiva de 73 a 83 Gy) es de 87 cm³.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

El volumen de referencia 60 Gy (tomando la isodosis 4,7 Gy como isoefectiva – basada en 25 Gy de dosis EBT-) es de 180 cm³.

La dosis media por fracción en el punto de referencia ICRU recto es de 4-5 Gy, que suman 24 a 30 Gy en 6 fracciones, y junto con la dosis de EBT (25x1 Gy) de 49 a 55 Gy.

La dosis isoefectiva correspondiente es 56 a 68 Gy.

Las dosis de vejiga son similares, pero algo más altas.

Las dosis en la vagina pueden variar significativamente, pero también depende del blindaje del anillo, con dosis de 8 a 20 Gy por fracción

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método de Viena (HDR/PDR)

Braquiterapia PDR definitiva y EBT en enfermedades limitadas.

En la experiencia de Leuven la dosis total de la braquiterapia es la misma que para la braquiterapia LDR, si la dosis por boost se aplica a una tasa de dosis entre 50 y 80 cGy por hora.

La dosis máxima al PTV se da respetando una dosis máxima de 65 a 70 Gy en el resto y de 70 a 75 Gy en la vejiga.

En la experiencia de Viena, una dosis por boost se aplica con una tasa de dosis entre 50 y 100 cGy por hora. La dosis total en el punto A es de 50 a 60 Gy administrados en dos fracciones de aproximadamente dos semanas. La TRAK es 3,4 a 4 cGy a 1 metro. Además, 25 Gy de radioterapia externa se añaden aplicando la misma técnica tanto para el blindaje como para el tratamiento en combinación con braquiterapia HDR.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método de Viena (HDR/PDR)

- Braquiterapia HDR definitiva y EBT en enfermedades extendidas.

Para los pacientes con enfermedades extendidas, la braquiterapia comienza, como muy tarde, la última semana de radioterapia externa. La radioterapia externa se administra mediante una técnica de cuadro de 4 campos en fracciones de 1,8 a 2 Gy hasta una dosis total de 45 a 50 Gy en el punto ICRU (45 Gy con quimioterapia concomitante cisplatino).

Se aplican 4 fracciones individuales de braquiterapia HDR de 7 Gy durante 10 a 20 minutos dos veces durante 4 veces a la semana, en parte concomitante con EBT que cubre el GTV/PTV tanto como sea posible. El tiempo total del tratamiento es de 6 a 7 semanas.

La TRAK promedio es de 1,4 a 1,9 cGy a 1 metro en 3 a 4 fracciones en tumores grandes.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

La dosis total física en el punto A es de 73 a 78 Gy en tumores grandes (4 fracciones). La dosis isoefectiva correspondiente es 80 a 90 Gy.

La dosis por fracción de la pared lateral de la pelvis, en el interior y los ganglios linfáticos iliacos comunes son de 1,4, 1,2 y 0,9 Gy, respectivamente.

El volumen tratado de la braquiterapia y la EBT (dosis efectiva de 80 a 90 Gy) es de 87 cm³ (hoy en día es ligeramente más grande ~110 cm³).

El volumen de referencia 60 Gy es 316/290 cm³.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

La dosis media por fracción en el punto de referencia ICRU recto es 4 a 5 Gy, que suman 12 a 29 fracciones, y junto con la dosis de EBT (25x2 Gy) a una dosis nominal de 62-70 Gy.

La dosis isoefectiva correspondiente es de 70 a 80 Gy.

La dosis en vejiga es, en principio similar, pero algo más alta.

La dosis en la vagina puede variar significativamente, con una dosis de 10 a 30 Gy por fracción.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

Método de Viena (HDR/PDR)

- Braquiterapia PDR definitiva y EBT en enfermedades extendidas.

En la experiencia de **Leuven**, se inicia tratamiento con radioterapia externa de 50 Gy (45 Gy con quimioterapia simultánea de cisplatino) sin ningún tipo de blindaje del volumen de braquiterapia.

La dosis total de braquiterapia es similar a la braquiterapia LDR (50 a 80 cGy por hora). La dosis máxima del PTV será respetando una dosis máxima de 65 a 70 Gy en el recto y de 70 a 75 Gy en la vejiga.

DOSIS, TASA DE DOSIS Y FRACCIONAMIENTO

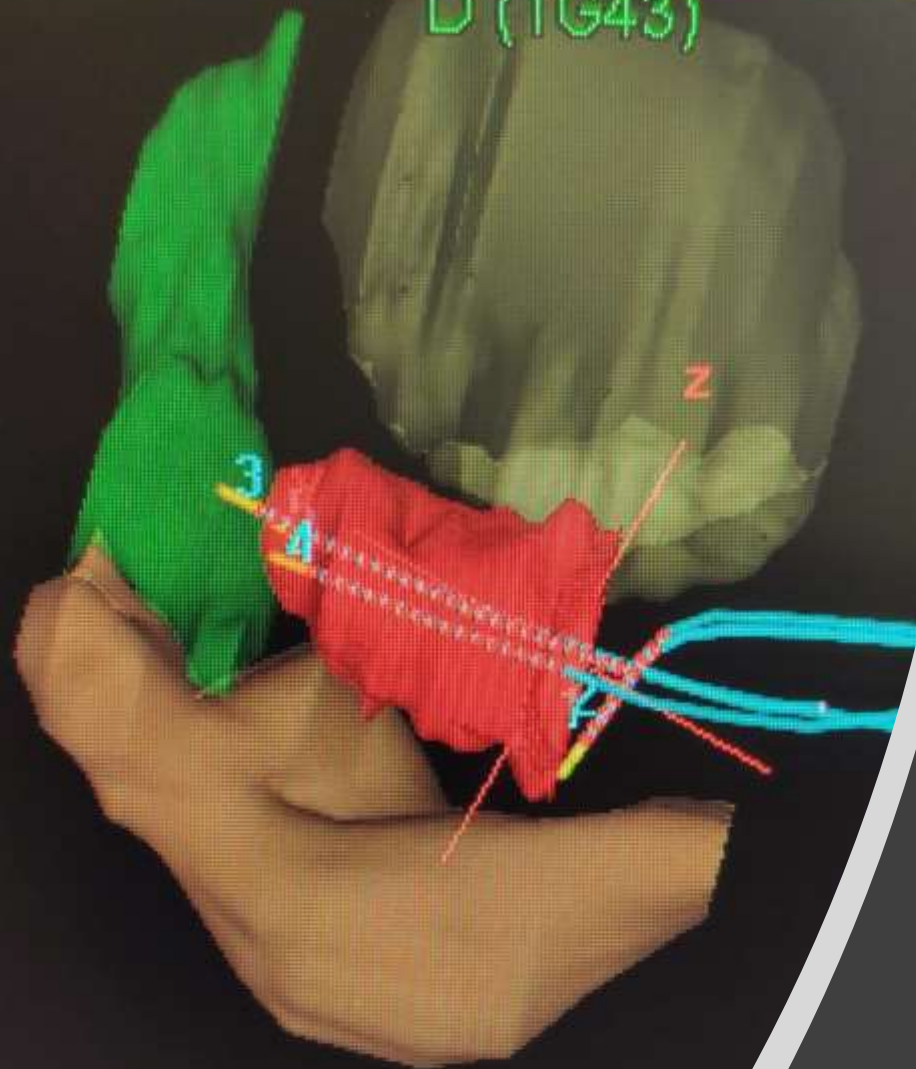
Método de Viena (HDR/PDR)

- Braquiterapia PDR definitiva y EBT en enfermedades extendidas.

En la experiencia de Viena el tratamiento se inicia con 50 Gy de radioterapia externa (45 Gy con quimioterapia simultánea con cisplatino) sin ningún tipo de blindaje del volumen de braquiterapia. Se aplica un boost de dosis con una tasa de dosis entre 50 y 100 cGy por hora.

La TRAK es de 2 cGy a 1 metro. La máxima dosis biológicamente ponderada en el recto es 70 a 80 Gy, y en la vejiga 75 a 90 Gy.

Aplicador
D (TG43)

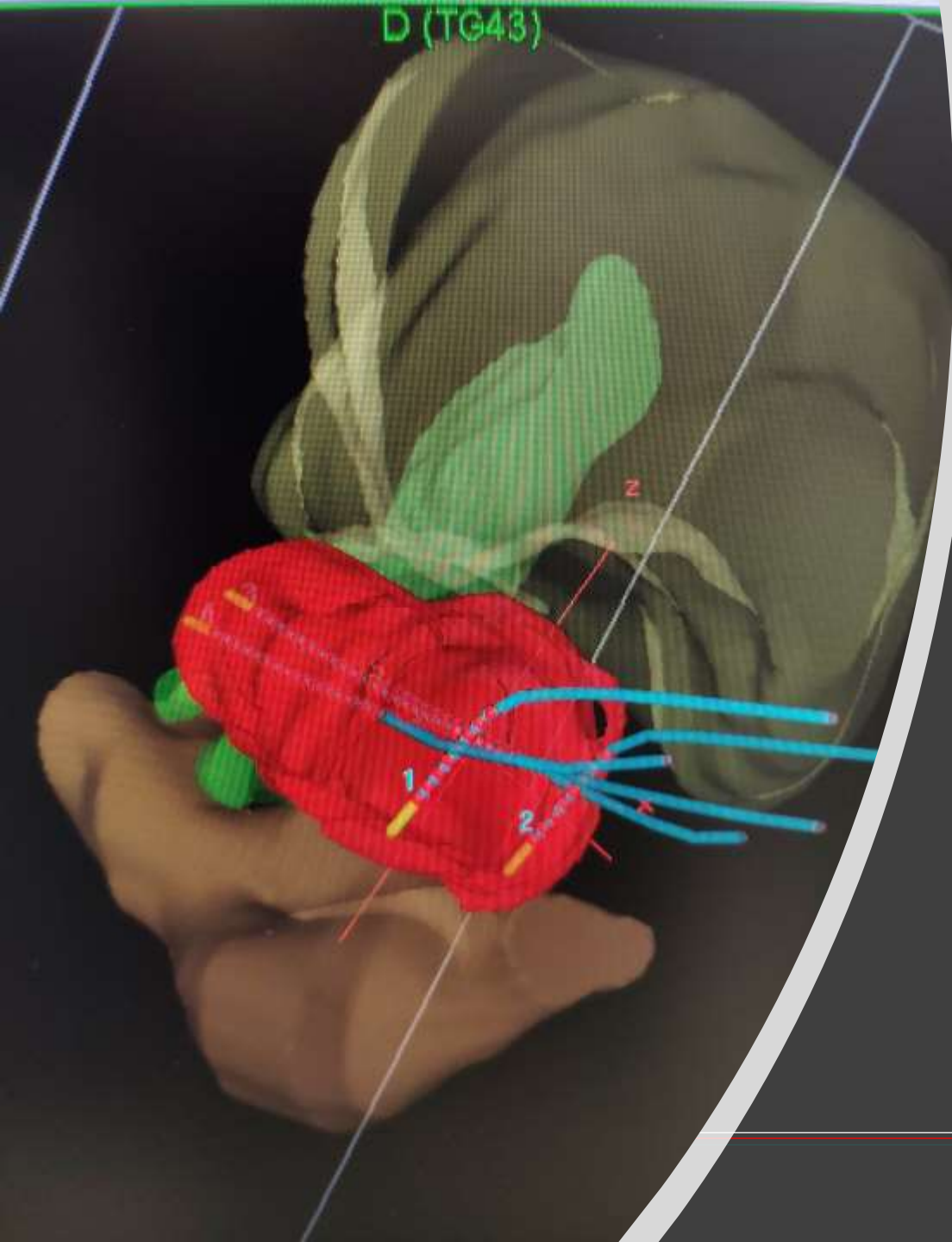


Reconstrucción 3D de
braquiterapia HDR
de cáncer de
cérvix.

Reconstrucción 3D
de aplicador
Fletcher.

(En rojo el PTV, amarillo la vejiga,
marrón el recto y verde el sigma).

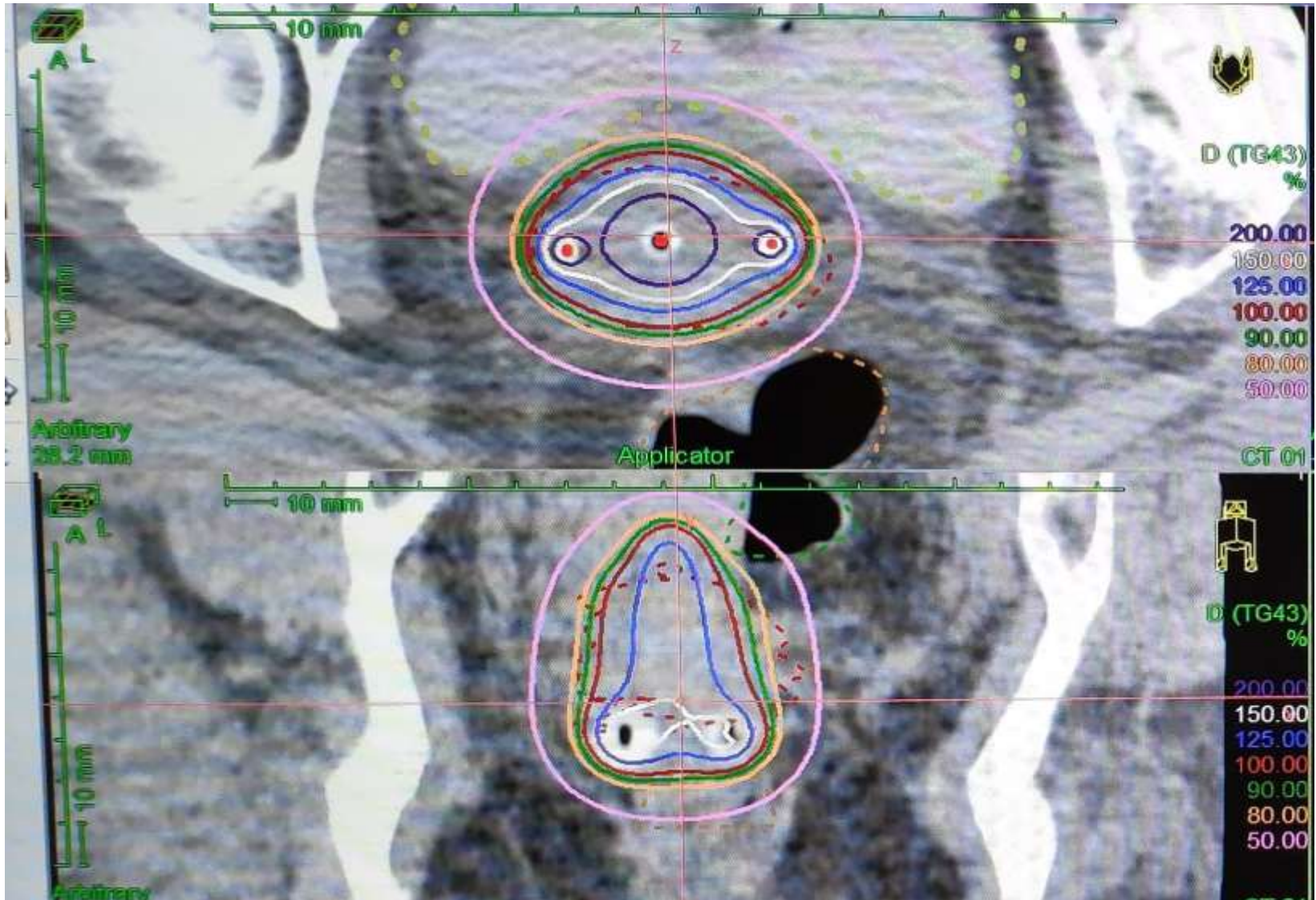
Aplicador



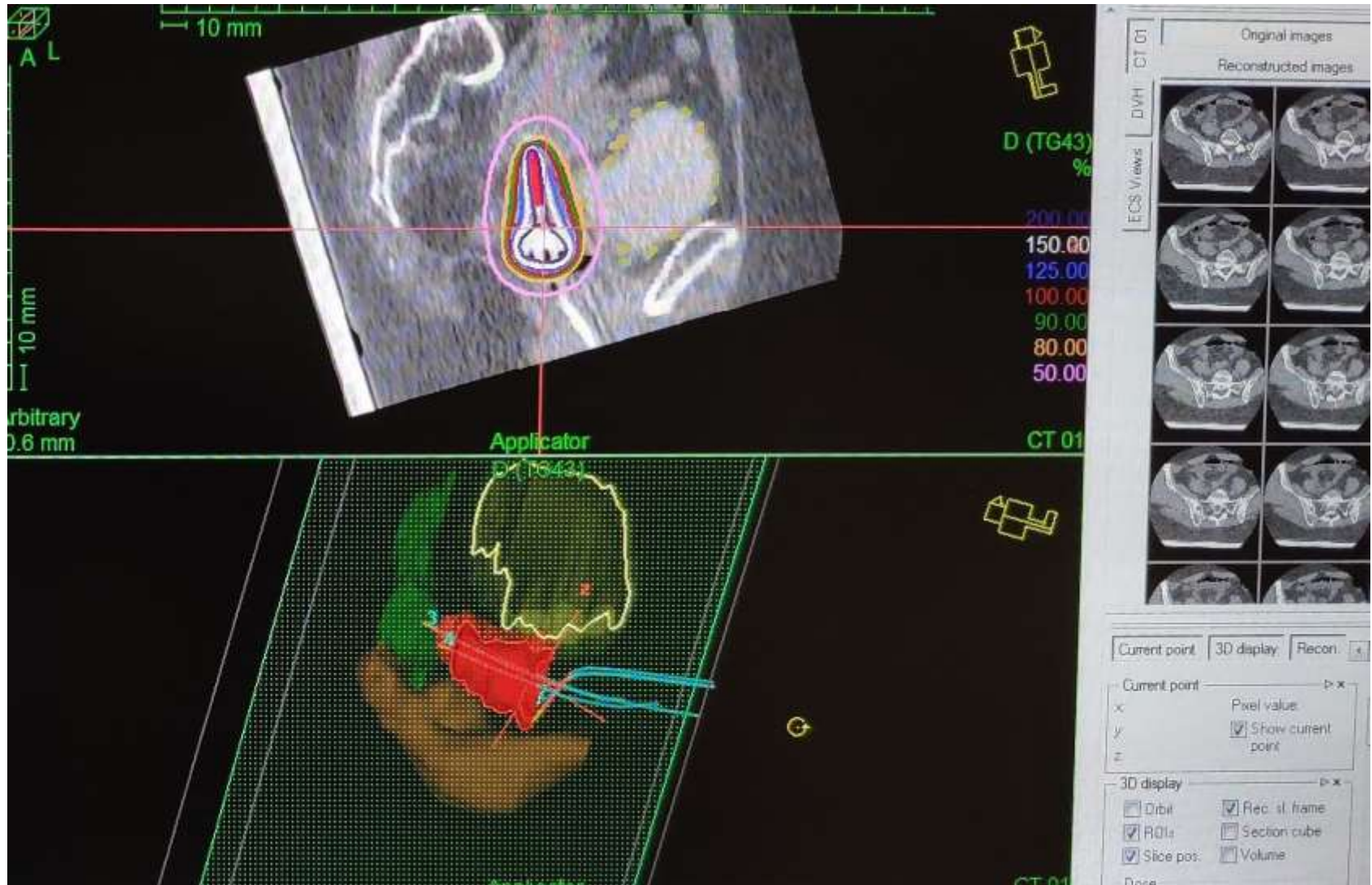
Reconstrucción 3D de braquiterapia HDR de cáncer de cérvix. Reconstrucción 3D de aplicador Fletcher.

(En rojo el PTV, amarillo la
vejiga, marrón el recto y verde el
sigma).

Dosimetría 3D de braquiterapia HDR por cáncer de cérvix. (Corte axial y coronal).



Dosimetría 3D de braquiterapia HDR de cáncer de cérvix. Aplicador Fletcher con dos agujas intersticiales.



Datos dosimétricos de planificación de braquiterapia de cáncer de cérvix.

ROI	Dose [%]	Dose [cGy]	Volume [%]	Volume [ccm]
PTV				
PTV	61.08	427.58	100.00	34.77
PTV	-	-	150.00	52.16
PTV	-	-	200.00	69.55
PTV	97.39	681.74	90.00	31.30
PTV	95.00	665.00	91.51	31.82
recto				
recto	88.88	622.14	0.16	0.10
recto	70.73	495.13	1.62	1.00
recto	62.65	438.52	3.25	2.00
sigma				
sigma	67.53	472.73	0.46	0.10
sigma	48.28	337.99	4.55	1.00
sigma	40.39	282.70	9.10	2.00
vejiga				

Datos dosimétricos de planificación de braquiterapia de cáncer de cérvix. Histograma.



ROI	Dose [%]	Dose [cGy]	Volume [%]	Volume [ccm]
PTV			100.00	34.77
PTV	61.08	427.58	150.00	52.16
PTV	-	-	200.00	69.55
PTV	97.39	681.74	90.00	31.30
PTV	95.00	665.00	91.51	31.82

recto