

# Evaluación de parámetros del histograma dosis-volumen (V20 y dosis media) en radioterapia adaptada de cáncer de pulmón con diseño de volúmenes pulmonares compuestos (Internal Target Volume, ITV)

## Evaluation of dose-volume histogram parameters (V20 and mean dose) in lung cancer adaptive radiotherapy with design of composite lung volumes (ITV)

José Luis Monroy Antón<sup>1</sup>\*, Miguel Soler Tortosa<sup>1</sup>, Milagros López Muñoz<sup>1</sup>, Angel Navarro Bergadá<sup>1</sup>, María Ana Estornell Gualde<sup>1</sup>, Miguel Melchor Iñiguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio Oncología Radioterápica.

<sup>2</sup> Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario de la Ribera, Alzira (Valencia).

Fecha de Recepción: 26-06-2013 - Fecha de Aceptación: : 18-11-2013

Trabajo seleccionado en el III Congreso Conjunto SEFM-SEPR. Cáceres 2013.

El movimiento respiratorio fisiológico condiciona el tratamiento con radioterapia externa en los casos de cáncer de pulmón. En los programas de radioterapia adaptada, el cambio de posición del volumen diana debe ser recogido en el procedimiento de simulación y tenido en cuenta en el diseño de volúmenes para una correcta cobertura del *Clinical Target Volume* (CTV) y del *Planning Target Volume* (PTV). Ello puede realizarse a través del diseño de un *Internal Target Volume* (ITV) como marca ICRU 62. Sin embargo, la evaluación de las dosis recibidas por el pulmón sano mediante el histograma dosis-volumen (HDV) podrían variar en el caso de diseñar un único volumen pulmonar, comparado con un volumen pulmonar compuesto por el pulmón en fases de respiración normal, inspiración y espiración (ITV<sub>pulmón</sub>).

**Palabras clave:** Histograma Dosis Volumen (HDV), radioterapia adaptada, cáncer de pulmón, Internal Target Volume (ITV).

Physiological respiratory motion is a challenge in external radiotherapy for lung tumors. In adaptive radiotherapy, changing position of the target volume should be reflected in the simulation procedure and taken into account in the design of volumes for CTV/PTV proper coverage. This may be achieved through the design of an Internal Target Volume (ITV) as indicated in ICRU-62. However, the Dose-Volume Histogram (DVH) evaluation of the doses received by the healthy lung may vary in the case of designing a single lung volume, compared to the composite lung volume obtained with the fusion of normal breathing, inspiration and expiration (ITV<sub>lung</sub>).

**Key words:** Dose-Volume Histogram (DVH), adaptive radiotherapy, lung cancer, Internal Target Volume (ITV).

## Introducción

El tratamiento de los tumores pulmonares con radioterapia externa conformada 3D plantea el reto de adecuar el mismo a los movimientos de los volúmenes diana, así como de las estructuras sanas que se consideran órganos de riesgo. Este movimiento fisiológico con-

diciona el diseño y la planificación del tratamiento. Los avances tecnológicos permiten la consideración de estos movimientos mediante técnicas de simulación 4D, *gating* respiratorio, *tracking*, etc. En algunos centros no disponen de estas técnicas, y realizan los tratamientos con tecnología conformada 3D. También con ella es posible llevar a cabo un tratamiento adaptado a estos movimien-

\* Correspondencia  
Email: jlmonroyster@gmail.com

tos, mediante la simulación y planificación en diferentes fases del ciclo respiratorio, creando un volumen diana compuesto, *Internal Target Volume* (ITV). Para ello debemos tener en cuenta que, además de la modificación “geográfica” del volumen diana, el pulmón no afectado por la tumoración primaria (considerado órgano sano a proteger) está en proceso continuo de expansión-retracción con los movimientos respiratorios, hecho que podría influir en la consideración de dosis recibidas por este órgano dependiendo de su grado de expansión, al evaluar el histograma dosis-volumen (HDV).

El objetivo principal de nuestro estudio fue evaluar los parámetros del histograma dosis-volumen, V20 (volumen de pulmón que recibe una dosis de 20 Gy) y dosis media (Dmed), referidos al pulmón sano, comparando dos tipos de situaciones: por un lado, los datos correspondientes a un volumen pulmonar único diseñado con un estudio de TAC-simulación realizado en respiración fisiológica del paciente; y por otro lado los datos correspondientes a un volumen pulmonar compuesto, diseñado a partir de la fusión de tres estudios de TAC en diferentes fases del ciclo respiratorio. Queremos comprobar si existen diferencias importantes en estos casos que determinen la necesidad de crear un volumen pulmonar compuesto para evaluar el HDV.

## Material y métodos

Analizamos de forma prospectiva un total de 15 casos: 14 hombres y 1 mujer, con edades comprendidas entre 42 y 84 años y tumores pulmonares en estadio: T1-4; N0-3. Todos los casos estaban incluidos en un programa desarrollado en nuestro servicio de

radioterapia adaptada en cáncer de pulmón con técnica conformada 3D,<sup>1</sup> consistente en la planificación del tratamiento sobre el diseño de volúmenes diana basado en la fusión de tres estudios de TAC-simulación en tres fases respiratorias: respiración normal (n), inspiración (i) y espiración (e), para conseguir un volumen de planificación (PTV) a partir de un volumen compuesto que toma en consideración los movimientos de la lesión primaria con la respiración ITV, según la norma ICRU 62.<sup>2</sup> Para evaluar los cambios y la estimación de dosis absorbida en el pulmón sano, al igual que con el volumen diana, diseñamos un “ITV<sub>pulmón</sub>” recogiendo los volúmenes pulmonares del TAC<sub>n</sub>, TAC<sub>i</sub> y TAC<sub>e</sub>, analizando el volumen del pulmón sano, los parámetros dosimétricos V20 y Dmed, y comparando los datos correspondientes al TAC realizado en respiración libre (TAC<sub>n</sub>) y los correspondientes al volumen resultante de la fusión de los tres momentos respiratorios (ITV<sub>pulmón</sub>), véase la fig. 1.

## Resultados

- VOLÚMENES PULMONARES: Los volúmenes pulmonares analizados en el TAC<sub>n</sub> oscilaron entre 1239 y 3085 cc, con una media de 2101 cc; en los diseñados con ITV<sub>pulmón</sub>: 1846 y 3803 cc, con una media de 2931 cc, véase la tabla 1.
- V20: La media del V20 analizado en el TAC<sub>n</sub> fue de 15.6% (mín: 0; máx: 27.6), con una mediana de 17.7%; en el estudio de ITV<sub>pulmón</sub> la media fue de 14.4% (mín: 0; máx: 23) y la mediana 17.5, veánse las tablas 2 y 4.

**Tabla 1.** Volúmenes pulmonares (en cc).

CT Normal	CT ITV <sub>pulmón</sub>
1527	2153
2763	3387
1790	3000
1880	3420
2500	2804
1842	2608
1472	2376
2252	3091
1239	1846
2014	3803
3085	3757
1556	2440
1993	2737
2672	3034
2942	3511

**Tabla 2.** V20 pulmón sano.

CT Normal	ITV <sub>pulmón</sub>
0.36	0.26
21.8	21.5
20.8	22.3
1.1	1.2
0.47	0.5
15	13.4
24.6	18.3
17.7	15.7
22.7	22.8
27.6	21
0	0
26.3	23
16.8	17.5
17.4	17.3
21.6	22.4

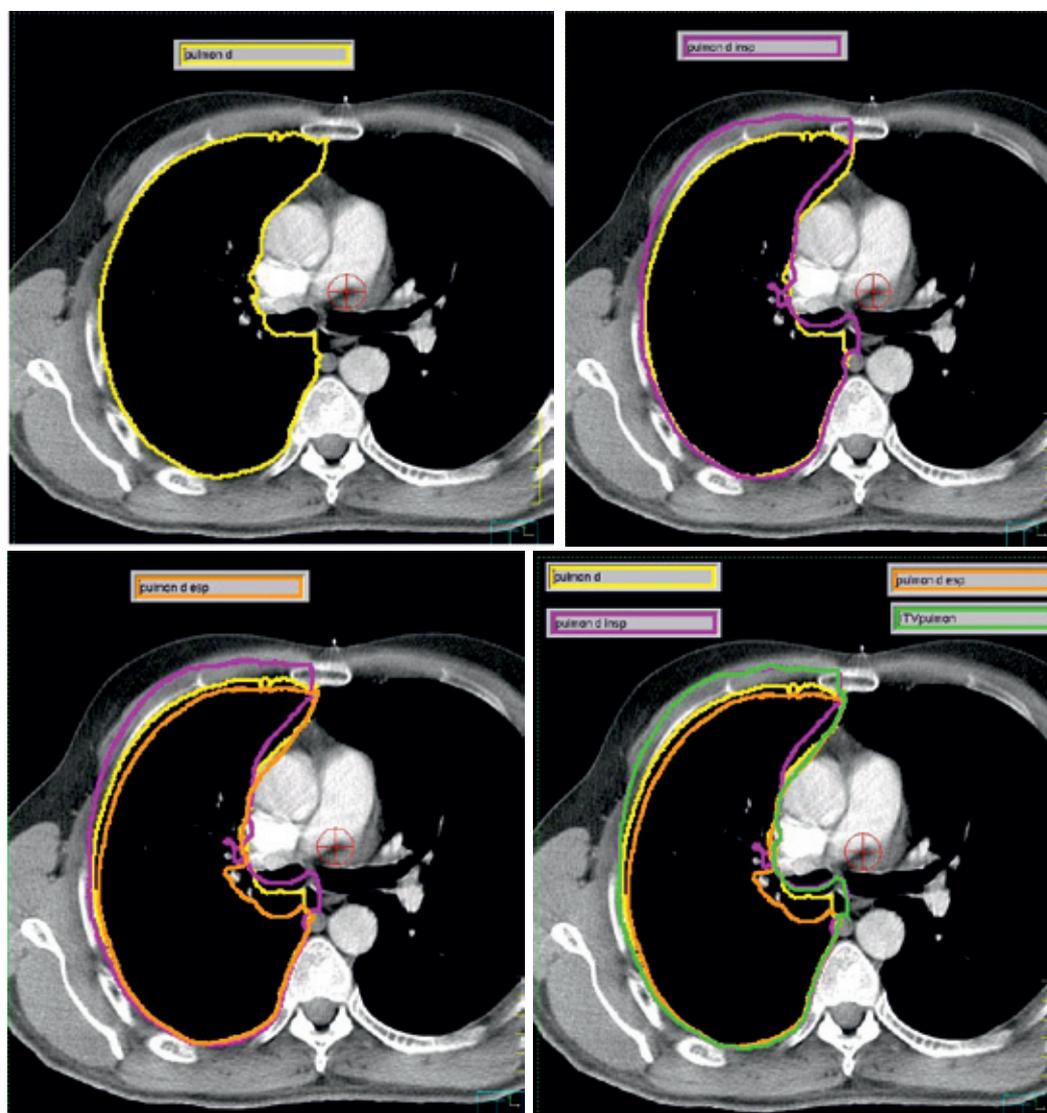


Fig. 1. Diseño de volúmenes pulmonares: respiración normal, inspiración, espiración y volumen compuesto (ITV<sub>pulmón</sub>).

- Dosis media: el valor medio evaluado en TAC<sub>n</sub> fue 9.1 Gy (mín: 0.8; máx: 16), y la mediana 10.8 Gy. En los estudios ITV<sub>pulmón</sub>, la media fue de 8.2 Gy (mín: 0.9; máx: 13.9), y la mediana 10.2, veánse las tablas 3 y 4.

## Discusión

En el diseño de los diferentes volúmenes y en la planificación del tratamiento con radioterapia externa adaptada en cáncer de pulmón existen variaciones derivadas del movimiento respiratorio fisiológico, que implican una adecuación de dichos volúmenes a estos movimientos. El control de la posición del tumor primario durante el tratamiento es fundamental para lograr la eliminación del mismo.<sup>3</sup>

Los márgenes para resolver incertidumbres suelen ser amplios e isotrópicos, lo que influye negativamente sobre las zonas de pulmón sano irradiadas.<sup>4</sup> La normativa ICRU 62<sup>2</sup> añade el concepto de Margen Interno, que resulta en un Volumen diana Interno, el ITV, que recoge el movimiento respiratorio.<sup>2</sup>

En nuestro departamento hemos desarrollado un programa de radioterapia adaptada en cáncer de pulmón, utilizando los recursos de tecnología 3D, y adecuándolos al diseño final de un ITV mediante la fusión de estudios de TAC-simulación en tres fases del ciclo respiratorio.

En estudios previos hemos evidenciado de forma clara variaciones en los volúmenes diana CTV y/o PTV,<sup>5,6</sup> incluso aplicando dos diseños de planificación según diferentes PTV.<sup>7</sup>

En cuanto a los órganos de riesgo incluidos en la planificación del tratamiento, y tomando como ejem-

**Tabla 3.** Dmed pulmón sano.

CT Normal	ITV <sub>pulmón</sub>
426	373
1289	1253
1360	1390
520	371
328	319
1082	950
1601	1193
1187	1038
1310	1307
1615	1205
313	286
1526	1332
1374	1330
1040	1024
1250	1291

plo el pulmón sano, pensamos que estas variaciones podrían influir también en el análisis del HDV, dependiendo de la fase respiratoria de los estudios de TAC que tomemos en consideración.

Tras la evaluación de los parámetros volumen pulmonar, V20 y Dmed, llevados a cabo en estudios de TAC en el momento de respiración fisiológica y tras el diseño de un ITV pulmonar recogiendo también las fases de inspiración y espiración, evidenciamos que no existe una diferencia acusada al comparar dichos parámetros basados por una parte en un diseño con las tres fases respiratorias y, por otra, utilizando sólo el estudio normal: las diferencias en V20 y Dmed rindieron medias y medianas similares en ambos casos.

Estos resultados nos permiten confiar en la evaluación del HDV sobre un único estudio realizado con el paciente en respiración fisiológica, y garantizar su seguridad en cuanto a la toxicidad que pudiera desarrollarse posteriormente. En programas de radioterapia adaptada utilizando técnicas de conformación 3D, en los que los volúmenes diana (PTV) vendrán diseñados conforme a un ITV que tenga en cuenta los movimientos respiratorios no sería necesario recurrir al diseño y

evaluación de un volumen compuesto en el caso del pulmón sano.

## Conclusión

En conclusión, para la evaluación del HDV del pulmón sano y con los datos obtenidos, no creemos necesario el diseño de un volumen pulmonar compuesto mediante ITV pulmonar, ya que los parámetros V20 y Dmed no presentan diferencias acusadas con los evaluados en un volumen pulmonar único diseñado con el paciente en respiración fisiológica. Un análisis con mayor número de casos podría reforzar esta línea de trabajo.

## Bibliografía

1. Monroy JL, Soler M, Lopez-Muñoz M, Navarro AV, Navarro MA. Internal Target Volume con TAC-fusión para radioterapia en cáncer pulmonar. XVI Congreso Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR), Comunicación Oral. 12-16 de junio de 2011, Madrid.
2. International Commission on Radiation Units and Measurements, Prescribing, recording and reporting photon beam therapy, Supplement to report 50, Report 62 ICRU, Bethesda, MD. USA, 1999
3. Seppenwoolde Y, Shirato H, Kitamura K, Shimizu S, van Herk M, Lebesgue J. Precise and real-time measurement of 3D tumor motion in lung due to breathing and heart-beat, measured during radiotherapy Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002;53:822-34.
4. Ekberg L, Holmberg O, Wittgren L, Bjelkengren G, Landberg T. What margins should be added to the clinical target volume in radiotherapy treatment planning for lung cancer? Radiother Oncol 1998;48:71-7.
5. Monroy JL, Lopez-Muñoz M, Soler M, Estornell MA, Navarro A. Evolution of target volumes in adaptive radiotherapy for lung cancer. Radiotherapy and Oncology vol 103, suppl1; 1 May 2012; pS476. ISSN 0167-8140.
6. Monroy JL, Lopez-Muñoz M, Soler M, Candela F, Melchor M. Volumetric differences in CTV vs ITV design in Lung Cancer Radiotherapy. The European Multidisciplinary Cancer Congress, ECCO 16, Estocolmo, Suecia, 23-27 Sept. 2011.
7. Cámara A, Melchor M, Candela F, Martínez D, Asensio M, Monroy JL. Treatment planning of lung tumors using two designs of planning target volume. ESTRO 31 BARCELONA, 9-13 mayo 2012.

**Tabla 4.** Comparación V20 y Dosis media (Dmed).

V20	TAC <sub>n</sub>	ITV <sub>pulmón</sub>
Media	15.6%	14.4%
Mediana	17.7%	17.5%
Dmed	TAC <sub>n</sub>	ITV <sub>pulmón</sub>
Media	9.1 Gy	8.2 Gy
Mediana	10.8 Gy	10.2 Gy