

Creación automática de un informe personalizado del histograma dosis-volumen

Automatic generation of a custom report of the dose-volume histogram

Eduardo Pardo Pérez^{1*}, Jaime Martínez Ortega^{1,2}, M^a Yolanda Molina López¹, Juan Castro Novais¹, Sheila Ruiz Maqueda¹

¹ Hospital Universitario Quirón Madrid.

² Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda.

Fecha de Recepción: 10/04/2012 - Fecha de Aceptación: 31/07/2012

En el informe ICRU 83¹ se establecen los principios para realizar informes dosimétricos adaptados a las modernas técnicas de radioterapia (como la radioterapia de intensidad modulada, IMRT). En dicho documento se sugiere una clasificación de los informes dosimétricos en 3 niveles (el nivel 2 será el mínimo exigido para los tratamientos modernos de alta complejidad). Los informes dosimétricos son de especial importancia en el caso de reirradiaciones ya que es necesario conocer los detalles del tratamiento anterior para la planificación del tratamiento actual. Es especialmente útil en estos casos tener datos del histograma que detallen la dosis absorbida en los órganos de riesgo. También es importante guardar los datos desglosados del histograma para futuras revisiones de series de pacientes. En este trabajo se propone una aplicación (de libre distribución) que genera de forma rápida y automática un informe dosimétrico fácilmente configurable. Dicha hoja lee los datos de un fichero que se exporta desde el sistema de planificación. Ese fichero permite que los datos se almacenen para poder realizar un futuro análisis.

Palabras clave: informe dosimétrico, histograma dosis-volumen, informe nivel 2.

The report of the ICRU #83¹ establishes the basis for recording and reporting state of the art radiotherapy techniques (such as IMRT). On that report it is suggested to classify dosimetric reports in three levels, being level 2 the minimum for a high complexity treatment. Dosimetric reports are especially important in the case of reirradiations for which it is necessary to know the details of the previous treatment for the new plan. On these cases it is extremely useful to have *DVH* data that details the dose to organs at risk. It is also important to save the data of the histogram for future analysis of groups of patients. In this work we present an application (freely distributed) that has the built-in capability of creating a report from the *DVH* data adapted to our needs. The spreadsheet parses the data from a text file exported from the planning system. That text file also allows the data to be stored for future analysis.

Key words: dosimetric report, dose-volume histogram, level 2 report.

Introducción

El informe dosimétrico es el documento que describe todos los parámetros del tratamiento desde el punto de vista físico y es una parte principal del registro del tratamiento. Su definición según el RD 1566/1998² es: *“Conjunto de datos y gráficos que especifican todas las características de la irradiación de un paciente, la distribución de la dosis absorbida en las áreas y volúmenes irradiados y los valores de dichas dosis en las zonas establecida”*.

Es común no tener más datos que el informe dosimétrico a la hora de evaluar un tratamiento que se ha realizado en el pasado (bien porque no se tiene acceso

al sistema de planificación utilizado, o porque no se tiene acceso a los datos del plan). El informe dosimétrico suele estar compuesto de un resumen sobre los datos técnicos del plan, uno o más cortes de tomografía computarizada con curvas de isodosis representativas y una imagen del histograma dosis-volumen (*HDV*) con algunos datos del mismo. Muchos centros crean sus informes dosimétricos basándose en las plantillas por defecto del sistema de planificación. Se suelen generar informes muy detallados en lo que respecta a los parámetros técnicos (configuración de los campos de tratamiento), pero no tanto en lo que respecta al análisis de la dosis absorbida en los volúmenes de interés (volumen objetivo de planificación *PTV* y órganos de

* Correspondencia
Email: epardo.mad@quiron.es

riesgo (*OAR*, según sus siglas en inglés). Sería deseable que el informe dosimétrico incluyera tanta información como la que estaba disponible para la evaluación de la planificación, pero eso no suele ser posible (dado que el volumen de información sería excesivo). El análisis del histograma dosis-volumen y la elaboración a partir de este de un completo informe dosimétrico sería un sustituto aceptable.

El *Informe 83* de la Comisión Internacional de Unidades de Radiación *ICRU*¹ expone una serie de criterios para el registro y elaboración de informes dosimétricos en radioterapia de intensidad modulada. Dicho documento establece una clasificación de los informes dosimétricos en 3 niveles, donde el segundo nivel es el mínimo exigido para los tratamientos de *alta complejidad*. El segundo nivel centra su atención en los parámetros volumétricos (dosis media, desviación típica, mediana,...) frente a los descriptores puntuales característicos de los informes de primer nivel (dosis en el punto *ICRU*). El tercer nivel se reserva para técnicas experimentales (p. ej. descriptores biológicos: dosis uniforme equivalente *EUD*, probabilidad de control tumoral *TCP*, probabilidad de complicaciones *NTCP*, ...).

Consideramos que las recomendaciones enunciadas en dicho documento son también válidas para el resto de técnicas de radioterapia externa (aunque no puedan ser exigibles para los tratamientos más simples).

El histograma dosis-volumen acumulativo es una representación gráfica de la dosis absorbida por unidad de volumen de las estructuras delimitadas para el diseño del tratamiento. Según su definición en el informe *ICRU 83*¹ es:

$$HDV_{rel.cum.}(D) = 1 - \frac{1}{V} \int_0^D \frac{dV}{dD} dD \quad (1)$$

Donde D es un valor de dosis absorbida, V el volumen de la estructura y $HDV_{rel.cum.}$ es el porcentaje del volumen de la estructura englobado por esa isodosis (es decir que recibe esa dosis o más).

El examen del *HDV* es una forma rápida de evaluar una dosimetría, por esto será un elemento importante de un informe dosimétrico.

La creación de un informe dosimétrico que analice y extraiga todos los datos relevantes del histograma es una labor rutinaria y tediosa que puede suponer una carga de trabajo inasumible para los Servicios de Radiofísica. El informe dosimétrico no debería simplemente ser una herramienta para cumplir la legislación vigente o para enviar datos dosimétricos a otros centros para la reirradiación de pacientes. En ocasiones el informe dosimétrico puede parecer una versión extendida de la ficha de tratamiento (cuando éste no debería ser su fin).

El *HDV* es también una importante herramienta para el análisis de la calidad de los tratamientos que se están impartiendo y tiene un indudable valor científico para la realización de estudios retrospectivos. En este trabajo

se presenta una aplicación que analiza y extrae datos clave del *HDV* de forma rápida y simple sobre una hoja Excel (Microsoft Corporation, Redmond Wa). Este método tiene como efecto colateral el que los datos del histograma queden almacenados en un formato que permite analizarlos en futuras revisiones.

Material y métodos

En nuestro centro disponemos de un sistema de planificación *ECLIPSE*, versión 10.0.39, de Varian Medical Systems (Palo Alto, Ca.). Este sistema de planificación nos ofrece el *HDV* junto con herramientas para su análisis en el ámbito del propio sistema de planificación. Su análisis y la extracción de datos es una labor lenta y tediosa, lo que puede causar errores. Además en un análisis retrospectivo solo se dispondrá de los datos que se hayan analizado, siendo muy laboriosa la extracción de datos adicionales.

Este sistema de planificación permite realizar una exportación de todos los datos del histograma dosis-volumen a un fichero de texto. Dicho fichero consiste en bloques en los que se define la estructura y sus descriptores estadísticos (media, mediana, desviación típica,...) seguido de columnas de números en los que se nos ofrecen datos del histograma acumulativo (el exportado) (véase la fig. 1). Este fichero ofrece datos en dosis absorbida relativa o absoluta dependiendo del modo en el que se tenga seleccionado el histograma en el sistema de planificación. Mediante estos ficheros podemos almacenar el histograma completo. Aunque un conjunto de ficheros de texto en una carpeta no constituyen una base de datos estructurada, sí permiten su análisis de forma conjunta;

The screenshot shows a text file export from Eclipse. The content includes patient information, plan details, and a table of relative dose vs. ratio of total structure volume.

Relative dose [%]	Dose [cGy]	ratio of Total structure volume [%]
0.1	0.38	100
0.2	11.34	100
0.3	19.14	100
0.4	23.32	100
0.5	31.9	100
0.6	38.28	100
0.7	44.66	100
0.8	51.04	100
0.9	57.42	100
1	63.8	100
1.1	70.18	100
1.2	76.56	100
1.3	82.94	100
1.4	89.32	100
1.5	95.7	100
1.6	102.08	100
1.7	108.46	100
1.8	114.84	100
1.9	121.22	100
2	127.6	100
2.1	133.98	100
2.2	140.36	100
2.3	146.74	100
2.4	153.12	100

Fig. 1. Imagen del fichero de texto exportado.

esto supone una gran ventaja de cara a futuras revisiones estadísticas. Los ficheros son característicos de nuestro sistema de planificación por lo que sería necesario adaptarlos para su empleo en otro sistema de planificación.

Dado el gran tamaño de estos ficheros (más de 10000 líneas) se hace necesario el uso de algún método automatizado para su análisis y la elaboración de informes dosimétricos. Por este motivo se ha diseñado y programado una herramienta informática que realice esta labor. El programa se ha realizado en *Visual Basic para Aplicaciones (VBA)*, sobre la plataforma EXCEL.

Dicha aplicación extrae los datos que se consideran necesarios y permite una rápida visualización de estos en pantalla. El resultado se puede imprimir como parte del informe dosimétrico para su incorporación a la historia clínica.

Los datos que se consideren relevantes dependerán del tipo de órgano del que se trate (tipo de órgano de riesgo (*OAR*) o volumen de planificación (*PTV*)).

Al exportar los datos del *HDV* desde el sistema de planificación se selecciona el número de historia seguido de la patología como nombre del fichero. Así es posible escoger un paciente entre los múltiples ficheros (mediante su número de historia) o escoger todos los pacientes de una patología determinada.

El programa se ejecuta sobre una hoja Excel compuesta por dos pestañas: una principal y otra de confi-

guración. En la pestaña de configuración se introducirá la ruta donde se encuentran los ficheros exportados desde el planificador. En esta pestaña también se introducirán todas las categorías de estructuras que se quieran así como los valores específicos del histograma que se desee obtener en el informe final (véase la fig. 2).

La definición de dichos valores es bastante versátil y sigue el siguiente sistema:

Tabla 1. Sintaxis para la extracción de datos clave del histograma (en lugar de 2 se puede introducir cualquier otro valor, admitiendo decimales).

Sintaxis	Resultado	Sintaxis	Resultado
V20	V_{20Gy} (% vol. estructura)	D2	$D_{2\%}$ (Dosis en cGy)
V20cc	V_{20Gy} (vol. estructura en cm^3)	D2cc	D_{2cc} (Dosis en cGy)
V20%	$V_{20\%}$ (% vol. estructura)	D2%	$D_{2\%}$ (Dosis en %)
V20%cc	$V_{20\%}$ (vol. estructura en cm^3)	D2%cc	D_{2cc} (Dosis en %)

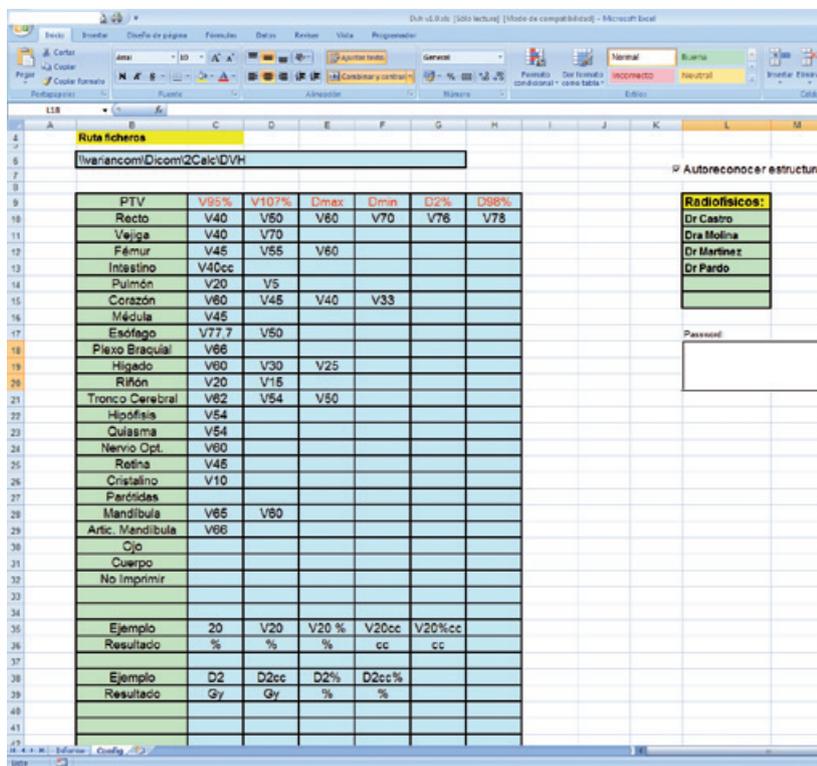


Fig. 2. Pestaña de configuración de la aplicación.

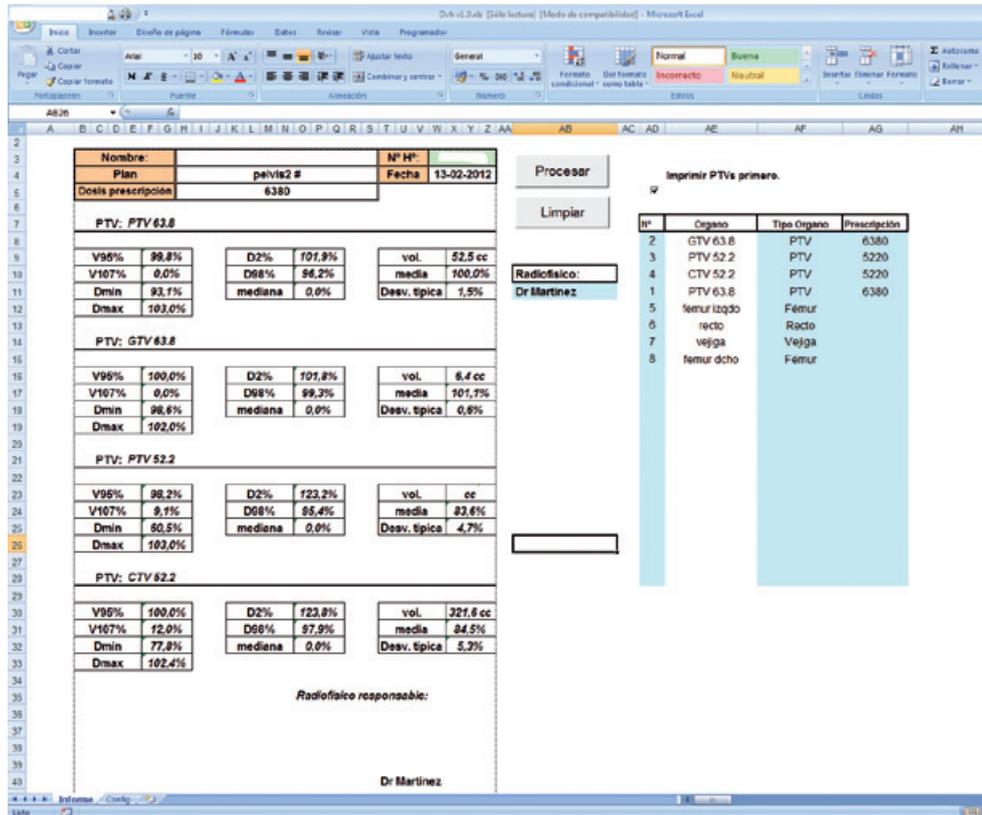


Fig. 3. Imagen de la pestaña principal de la aplicación.

Este programa permite filtrar los ficheros disponibles mediante el número de historia. Basta con introducirlo y pulsar “Procesar”, tras escoger el fichero que se desea leer el programa lee el fichero línea a línea extrayendo una información previa: nombre del paciente, nombre de las estructuras en él descritas y dosis de prescripción (si está disponible). El programa automáticamente asociará cada nombre de estructura a una categoría de estructura (p. ej. asociar “pardcha” a “Parótida”); esta asociación puede ser corregida manualmente*.

El programa exigirá que se escoja (de entre la lista de los disponibles) el nombre de un radiofísico responsable del informe.

Es habitual en las planificaciones de IMRT que haya varios volúmenes con distintas prescripciones (*boost simultáneo integrado*); por este motivo también es posible introducir la dosis de prescripción a la derecha de las estructuras marcadas como PTV (esto es importante para poder mostrar el $V_{95\%}$, $V_{107\%}$, $D_{2\%}$ y $D_{98\%}$ en porcentaje). El programa intenta extraer la dosis de prescripción cuando el nombre de la estructura va

acompañado de un número (p. ej. “PTV 70” o “PTV 70 Gy”) llevará asociada una prescripción de 70 Gy; no confundirá sin embargo PTV 2 con una prescripción de 2 Gy).

Al presionar de nuevo “Procesar” el programa vuelve a leer el fichero de texto (línea a línea) y extrae la información de los puntos de control que se le han solicitado. Con esta información se genera un informe (véase la fig. 3). Así el informe dosimétrico tendrá unos valores fijos (media, mediana, D_{max} , D_{min} , ...) y otros específicos para cada tipo de estructura (por ejemplo V_{15} y V_{20} para pulmón, V_{40} , V_{60} , V_{70} para recto o V_{40} (en volumen absoluto (cc)) para intestino).

Resultados y discusión

La creación del informe requiere solo la introducción del número de historia del paciente y la identificación del responsable. Si no se desea cambiar ninguno de los parámetros por defecto el proceso no requiere más de un minuto (véase la fig. 4).

La hoja permite su configuración para que se adapte a las preferencias locales. Si se necesita algún parámetro especial para la dosimetría de un paciente concreto (p. ej. V_{15} de la médula de un paciente que haya reci-

* Esta asociación se realiza buscando cadenas de texto en el nombre asignado a la estructura (p. ej. si el nombre de la estructura contiene “par” será una parótida). Este es uno de los puntos que se deberían revisar al adaptar esta aplicación a otros centros.

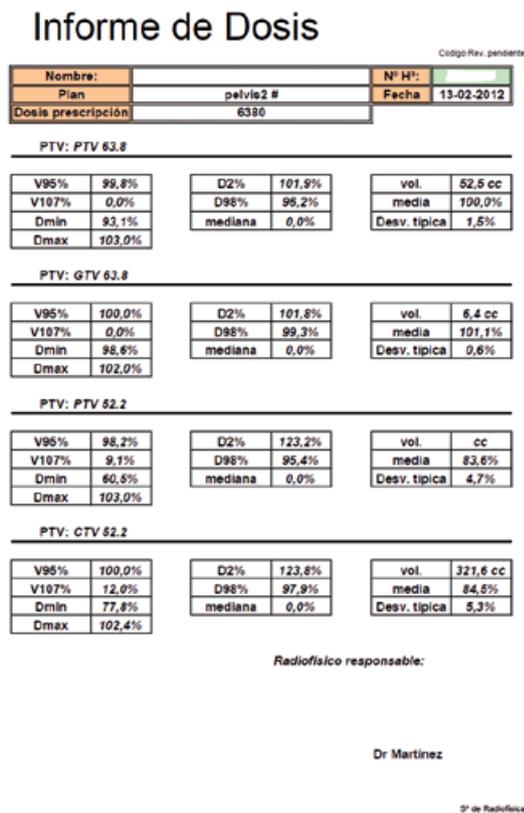


Fig. 4. Ejemplo del informe resultante.

bido 30 Gy en un tratamiento anterior) su modificación será inmediata. Los puntos de control que se explicitan en el informe dosimétrico (para cada tipo de órgano) deberán estar asociados a algún parámetro dosimétrico ampliamente aceptado (por ejemplo de QUANTEC^{3,4} o Milano et al.⁵). Idealmente estos parámetros serán los que se utilicen para la evaluación clínica de la dosimetría. El informe ICRU 83¹ sugiere que se sustituyan los valores de D_{max} , D_{min} por los valores de $D_{2\%}$ y $D_{98\%}$ respectivamente (los movimientos intrafracción harán que estos sean estimadores razonables de los máximos y mínimos efectivos) aunque recomienda seguir documentando los valores máximo y mínimo. Este método permite realizar esto de forma rápida y simple.

En braquiterapia se suelen recoger algunos parámetros de la planificación (en nuestro caso D_{1cc} , D_{2cc} y D_{5cc} para recto y vejiga y V_{90} , V_{100} , D_{90} , D_{95} y D_{100} para el PTV), este método permite obtener estos datos de forma rápida y precisa.

Es ampliamente conocido que el volumen pulmonar que recibe una dosis de 20 Gy (V_{20}) es un buen indicador de la probabilidad de sufrir una neumonitis por radiación. Será interesante que este valor se presente en el informe dosimétrico de forma explícita. Sin embar-

go recientemente se ha reconocido la importancia de otros parámetros como los volúmenes que reciben 5 Gy, 10 Gy, 13 Gy. . . (V_5 , V_{10} , V_{13} , ...) y la dosis media, véase p. ej. la publicación de Milano et al.⁵. Sería interesante hacer un estudio retrospectivo en el que se analicen esos parámetros y se busque la correlación con los efectos secundarios efectivamente observados. No solo es necesario almacenar los datos dosimétricos detallados; también son necesarias las herramientas para su análisis. La aplicación aquí presentada permite extraer estos datos de forma automatizada.

Otra de las ventajas que ofrece este método es que al ser de código abierto es muy fácilmente configurable (p.ej. la apariencia del informe es tan versátil como lo es el propio Excel). El empleo de las mismas funciones de VBA permitirá el análisis de no sólo un fichero, sino también de una familia de ellos, filtrando p.ej. por patología** y extrayendo los parámetros deseados de cada uno de ellos. Esta aplicación se distribuye libremente sin ninguna restricción mas allá de que se cite a sus autores (autorizándose su modificación). Para obtener una copia de dicho programa bastará con solicitarlo por correo electrónico a cualquiera de los autores.

Actualmente esta aplicación solo funciona con los ficheros de exportación del sistema ECLIPSE. Una versión de prueba está disponible que acepta los ficheros del sistema XiO (Elekta). Será una línea de futuro trabajo la extensión a otros sistemas de planificación (idealmente mediante el empleo de algún estándar como el DICOM***).

Conclusiones

Se ha presentado una aplicación para la creación automatizada de informes dosimétricos. Este método almacena todos los datos del histograma dosis-volumen en ficheros de texto, que aunque no constituyen una base de datos en si mismos, pueden ser analizados en el futuro. Así se genera un completo informe de la dosis administrada en los volúmenes blanco y en los órganos de riesgo. La aplicación es específica para el sistema de planificación ECLIPSE aunque puede ser fácilmente generalizada para otros sistemas de planificación. Sería deseable realizar este trabajo basándonos en algún estándar (p.ej. DICOM***) para que pudiera funcionar con cualquier sistema de planificación. Las mismas funciones programadas pueden ser empleadas para el análisis de muchos ficheros con el fin de obtener un análisis estadístico de las planificaciones realizadas.

** Es muy simple la extensión de esta aplicación para que extraiga datos concretos de una serie de pacientes.

*** Página web de DICOM como parte de NEMA: <http://medical.nema.org/>

Bibliografía

1. *ICRU report 83: prescribing, recording, and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT)*, Journal of the ICRU, Vol 10. Oxford University Press;2010.
2. Real Decreto 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia (BOE 28/08/1998).
3. Bentzen S, Constine L, Deasy J, Eisbruch A, Jackson A, Marks L. Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC): *An introduction to the scientific issues*. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010;76:S155-S160.
4. Jackson A, Marks L, Bentzen S, Eisbruch A, Yorke E, Ten Haken R. The lessons of QUANTEC: recommendations for reporting and gathering data on Dose-Volume dependencies of treatment outcome. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010;76:S3-S9.
5. Milano M, Constine L, Okunieff P. Normal tissue tolerance dose metrics for radiation therapy of major organs. Semin Radiat Oncol 2007;17:131-40.