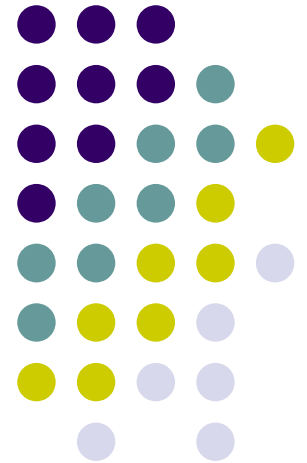


Comprobación del modelo de IMRT. Evaluación de resultados de control de calidad paciente-específico de IMRT

Dr. Eduardo Francisco Larrinaga Cortina





Créditos

https://www.youtube.com/watch?v=cSKhST4B_cI

Intensity Modulated Radiation Therapy: Dosimetric Aspects & Commissioning Strategies

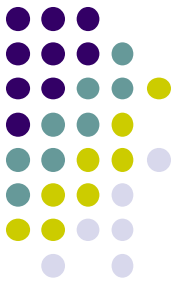
ICTP School on Medical Physics for Radiation Therapy

Justus Adamson PhD

Assistant Professor

Department of Radiation Oncology

Duke University Medical Center



Contenidos

- **Comprobación de la puesta en servicio de IMRT.**
- **Evaluación de los resultados del control de calidad paciente-específico.**

Suggested Layers of Quality Assurance:

**initial
commissioning:**

**introducing a
new technique:**

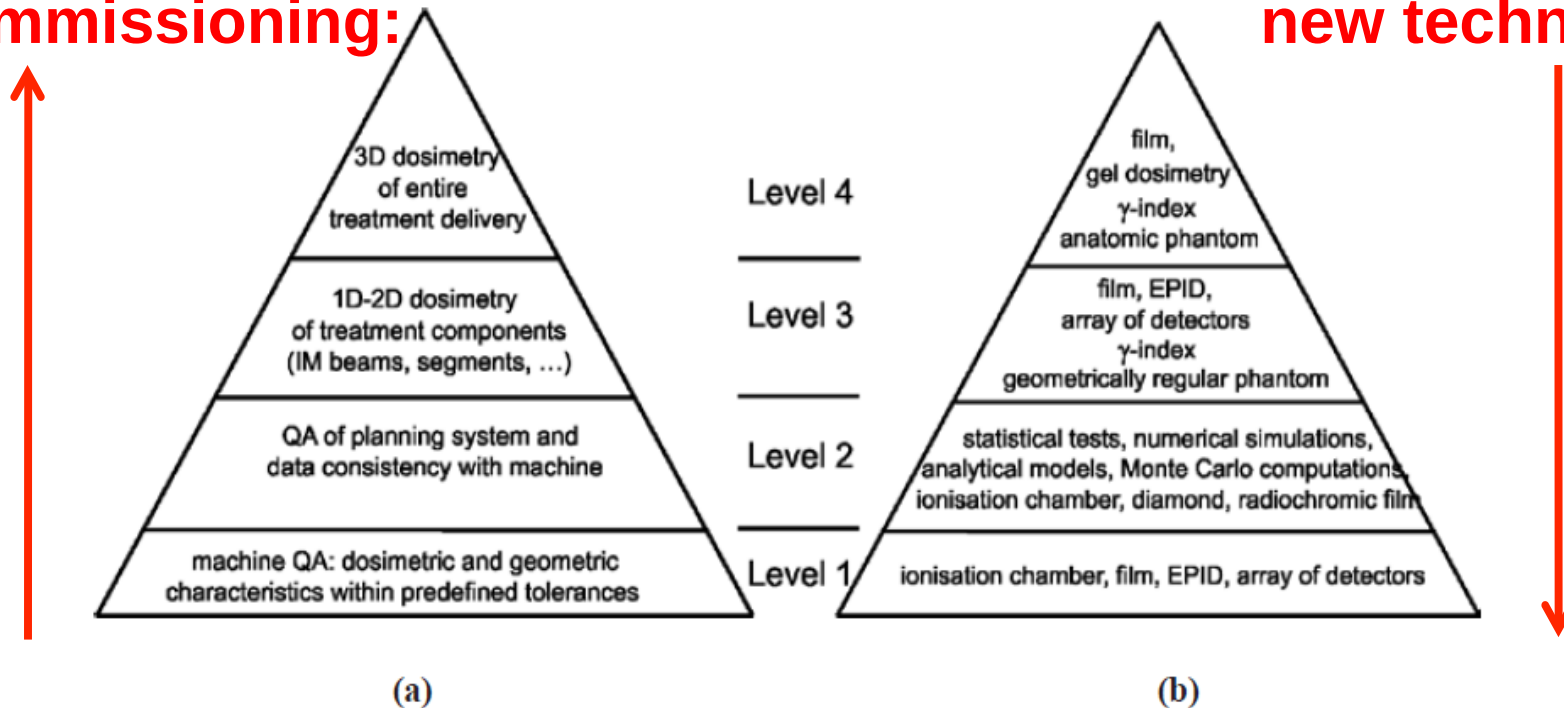
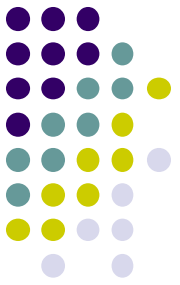


Figure 3.1 (a) Conceptual pyramid that correlates the various levels of dosimetric QA in IMRT. Like the situation for a real pyramid, each level is based on the stability of the underlying levels. The two lower levels can be part of the periodic QA procedures of equipment used for IMRT planning and delivery. For QA of a new clinical IMRT solution, one may start at the top by applying a 3D dosimetric verification of an entire treatment. One descends the pyramid to the lower levels if the 3D dosimetric verification reveals unacceptable discrepancies with treatment planning. (b) Methodology and tools appropriate for each of the levels. (Courtesy Carlos De Wagter, Ghent University Hospital, Ghent, Belgium, and the Institute of Physics).

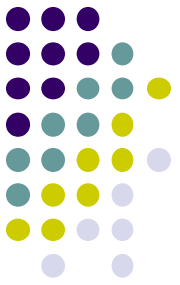
Puesta en servicio clínico IMRT



- **Unidad de tratamiento**
 - Pruebas mecánicas
 - Pruebas dosimétricas
 - Pruebas específicas de IMRT
- **Sistema de Planeación de Tratamiento (TPS)**
 - Pruebas 3DCRT
 - Pruebas IMRT
- **Verificación dosimétrica por plan.**
- **Verificación independiente redundante/Acreditación**
- **Control de calidad paciente-específico.**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

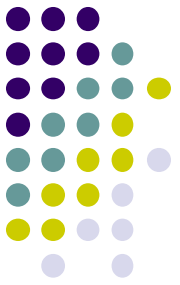
AAPM TG 119



- **Reporte AAPM TG 119 brinda límites de confianza cuantitativos a utilizar como línea base para la comprobación de una puesta en servicio de IMRT**
- **Conjunto de casos pruebas con una complejidad en aumento**
- **Evaluación de la exactitud global de la planeación y la administración del tratamiento de IMRT**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

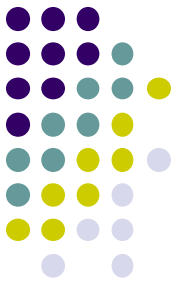
AAPM TG 119



- **9 instituciones acreditadas por IROC (antes RPC)**
- **Variedad de sistemas de planeación de tratamientos (TPS) y unidades de tratamiento**
- **Evaluación de la exactitud global de la planeación y la administración del tratamiento de IMRT**
- **Valores promedios y desviación estándar de las métricas de evaluación fueron utilizados para determinar límites de confianza de las pruebas propuestas.**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119

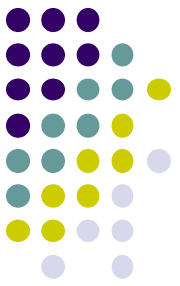


TG-119 IMRT Commissioning Tests
Instructions for Planning, Measurement, and Analysis
Version 10/21/2009

https://www.aapm.org/pubs/tg119/TG119_Instructions_102109.pdf

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas



- **Conjunto de PTV y OARs específicos por pruebas**
- **Disponibles on-line para descargar**
- **Transferibles a los maniqués o sistemas de comprobación propios de la institución (preferible)**
- **Alternativamente puede emplearse el conjunto de maniquí y estructuras descargados para la planificación y hacer la comprobación en el sistema institucional como se hace/haría en la rutina clínica**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas



← → ↻ <https://zenodo.org/record/8037934> ☆

zenodo

Search



Upload

Communities

Log in

Sign up

Zenodo.org will be unavailable for 2 hours on September 29th from 06:00-08:00 UTC. See [announcement](#).

June 14, 2023

Dataset

Open Access

AAPM TG 119 Dataset

AAPM TG 119

Dataset associated with AAPM TG 119

455

views

311

downloads

[See more details...](#)

Preview

TG119_CT_Structures.zip

CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.1.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.10.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.100.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.101.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.102.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.103.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.104.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.105.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.106.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.107.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.108.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.109.dcm	526.1 kB
CT.1.2.840.113619.2.55.3.279721844.297.1204122294.826.11.dcm	526.1 kB

Indexed in

OpenAIRE

Publication date:

June 14, 2023

DOI:

DOI: [10.5281/zenodo.8037934](https://doi.org/10.5281/zenodo.8037934)

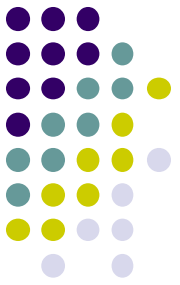
Communities:

AAPM HQ Community Collection

<http://www.aapm.org/pubs/tg119/default.asp>

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas

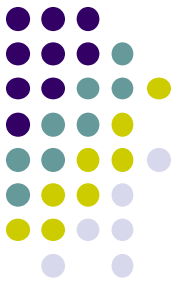


Planificación

- Haz fotones 6MV, preferiblemente
- Malla de cálculo ≤ 2 mm
- Objetivos de dosis y arreglos de haces específicos por plan
- Prescripción 180-200 cGy/fracción
- Parámetros de optimización para IMRT típicamente utilizados en la rutina clínica institucional

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas

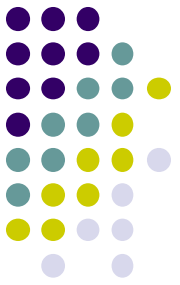


Complejidad de la planificación IMRT

- **TG 119 brinda la estadística promedio D-V para cada prueba**
- **Por propósitos comparativos el plan generado para cada prueba debe tener estadísticas D-V similares**
- **Utilizar los objetivos de dosis brindados por el TG 119 provee planes de IMRT de complejidad similares**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas

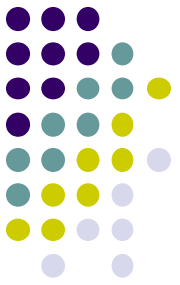


Mediciones

- **En un punto**
 - **Cámara de Ionización (C.I.)**
 - **Maniquí apropiado, Ejemplo láminas+inserto**
 - **Plan compuesto**
- **Distribuciones en un plano**
 - **Películas radiográficas/radiocrómicas**
 - **Plan compuesto**
- **Distribuciones en un plano**
 - **Arreglo bidimensional de detectores, EPID**
 - **Campo a campo**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas

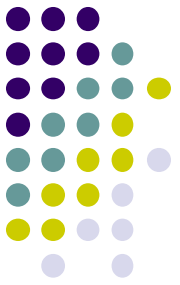


Análisis y comparación de los resultados

- **En un punto**
 - **(Medida-Plan)/Prescripción**
- **Distribuciones en un plano**
 - **Criterio gamma (γ) 3 mm/ 3%**
 - **Umbral de comparación 10 % dosis máxima**
 - **Si utiliza una ROI, quedaría definido por la configuración del colimador para un campo orientado verticalmente**
 - **(Medida-Plan)/D_{máx}, Normalizado a dosis máxima**

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Descripción general de las pruebas

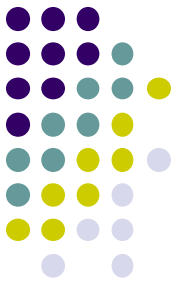


Límite de Confianza (CL)

- En un punto
 - $CL = |\text{promedio}| + 1.96\sigma$
 - 95% de confianza, considerando una distribución normal de los resultados
- Distribuciones en un plano
 - $CL = |100 - \text{promedio}| + 1.96\sigma$
 - 95% de confianza, aunque no corresponde con una distribución normal (doble cola) de los resultados. Tasa de aceptación = $100 - CL$ [%]

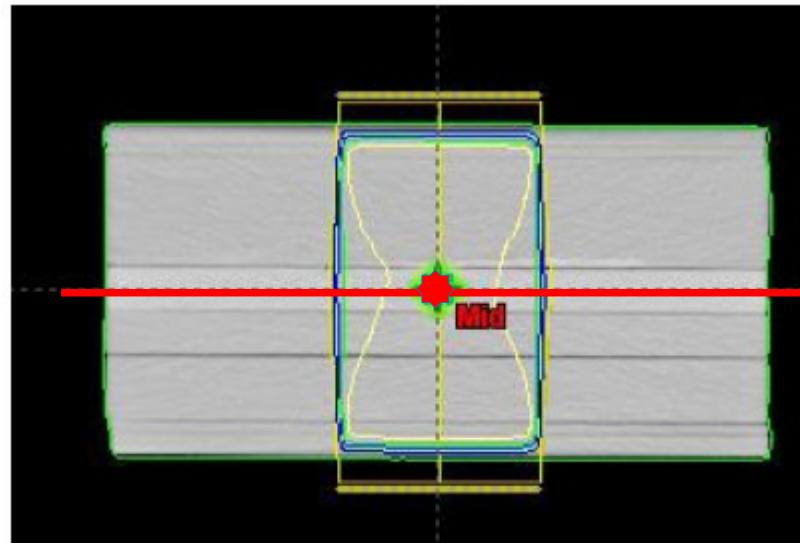
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas preliminares



P1: AP-PA

- Campos paralelos opuestos, 10 cm x 10 cm
- Configuración isocéntrica
- Prescripción 200 cGy
- Medir distribución de dosis a nivel del isocentro (película)
- Medir distribución de dosis del campo anterior (AP) con el conjunto de comprobación planar de IMRT
- Geometría de referencia para la calibración dosis/C.I.
- Determinar tasa de aceptación γ para las mediciones 2D



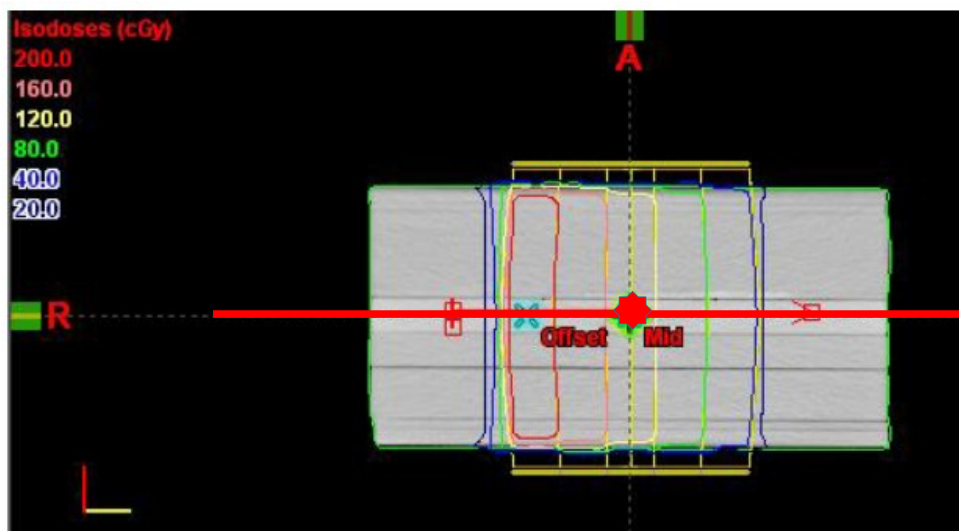
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas preliminares



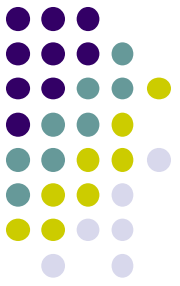
P2: Bandas

- Serie de 5 campos adyacentes paralelos opuestos, Ej bandas 3 cm x 15 cm
- Configuración isocéntrica
- Prescripción, 5 bandas de dosis incrementando desde 40 hasta 200 cGy
- Medir distribución de dosis a nivel del isocentro (película)
- Medir distribución de dosis del campo anterior (AP) con el conjunto de comprobación planar de IMRT
- Medir dosis central con la C.I.
- Determinar discrepancia para la medida C.I.
- Determinar tasa de aceptación gamma para las mediciones 2D



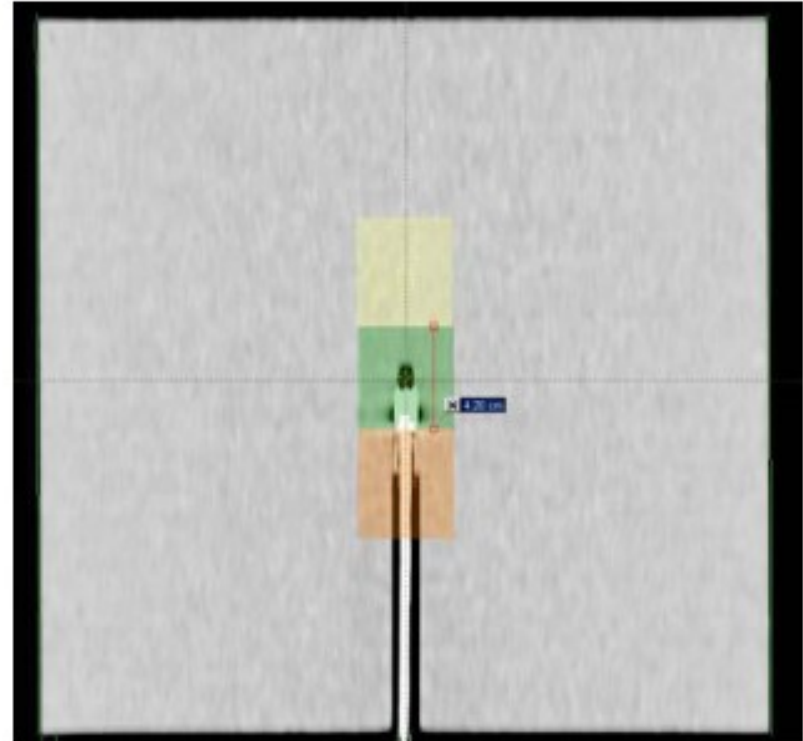
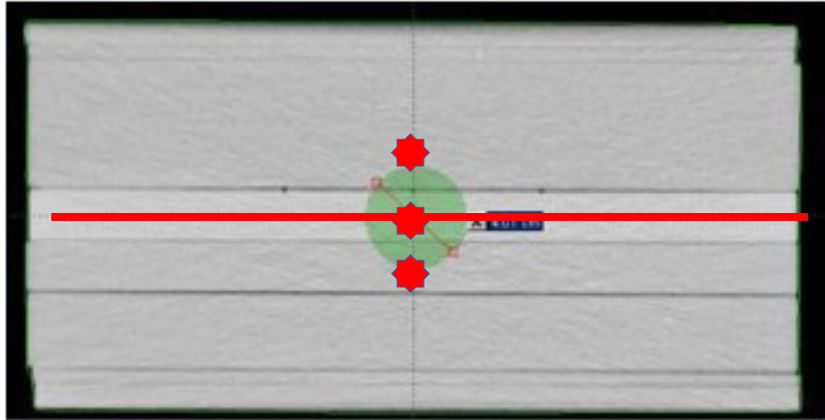
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas IMRT



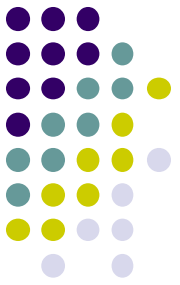
C1: MultiTarget

- 3 blancos cilíndricos apilados a lo largo del eje de rotación del brazo
- Dimensiones 4 cm de largo/ 4 cm de diámetro/ cada blanco
- Configuración 6 MV/ 7 campos @ 50 grados desde la posición 0 del brazo



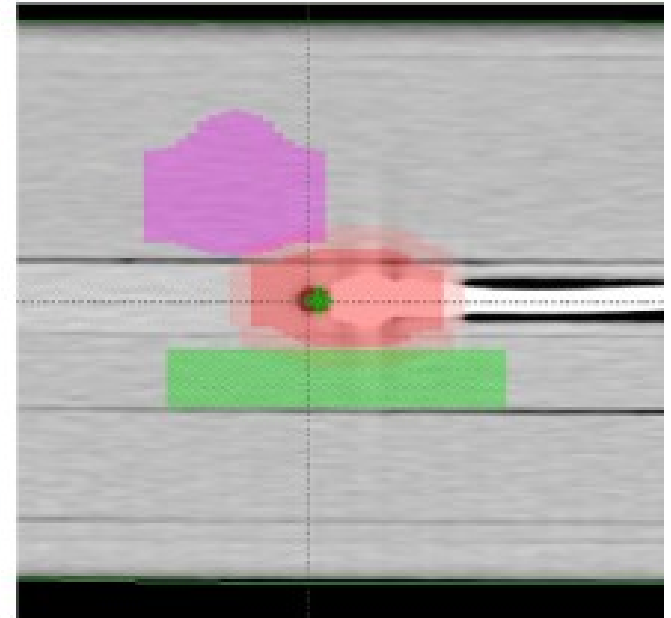
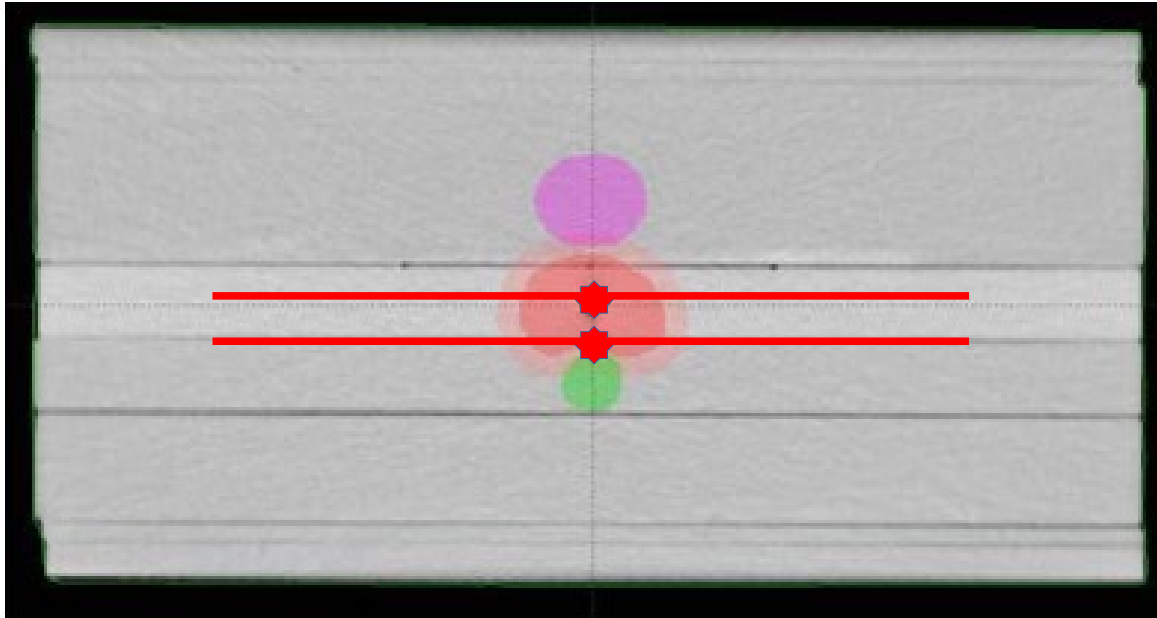
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas IMRT



C2: Mock Prostate

- CTV (próstata) casi elipsoidal/ PTV expandido con margen simétrico 0.6 cm
- OAR Recto, cilindro 1.5 cm diámetro/ adyacente a la cara posterior del CTV
- OAR Vejiga, aproximadamente elipsoidal
- Configuración 6 MV/ 7 campos @ 50 grados desde la posición 0 del brazo



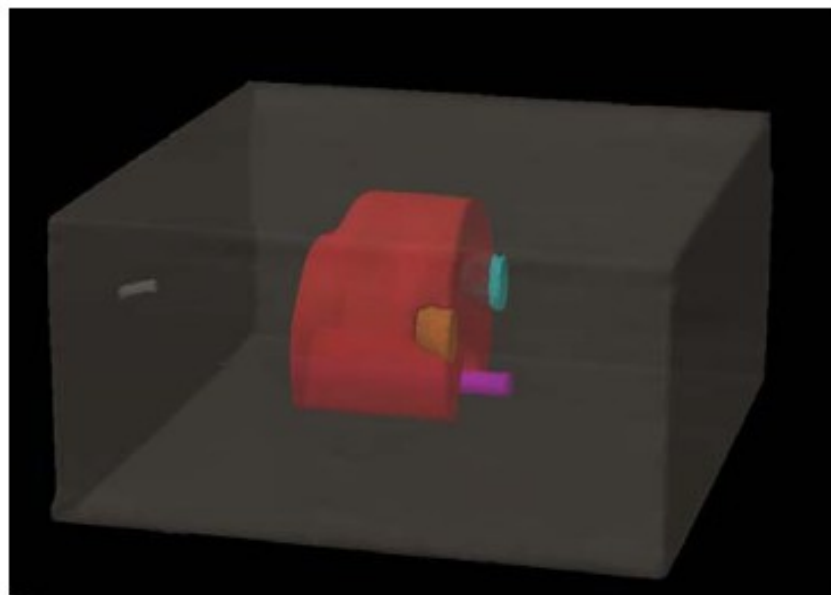
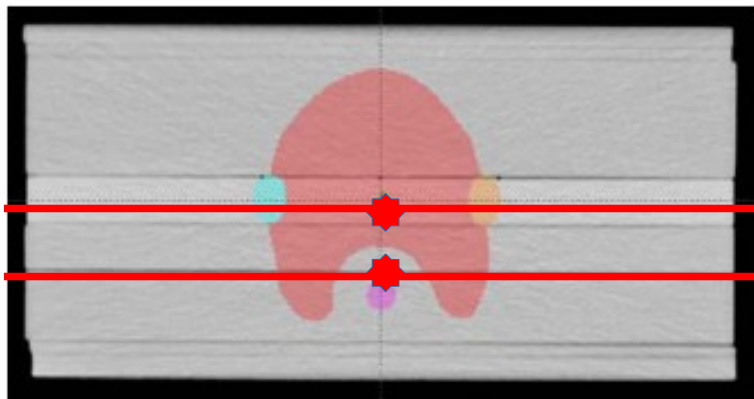
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas IMRT



C3: Mock Head/Neck

- PTV incluye todo el volumen anterior desde la base del cráneo hasta la parte superior del cuello, incluyendo la cadena ganglionar posterior del cuello
- PTV retraído de la piel 0.6 cm y separado del OAR Médula espinal 1.5 cm
- OAR Parótidas en contacto con PTV
- Configuración 6 MV/ 9 campos @ 40 grados desde la posición 0 del brazo



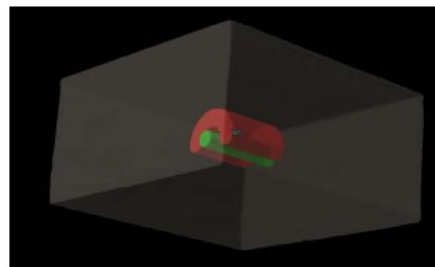
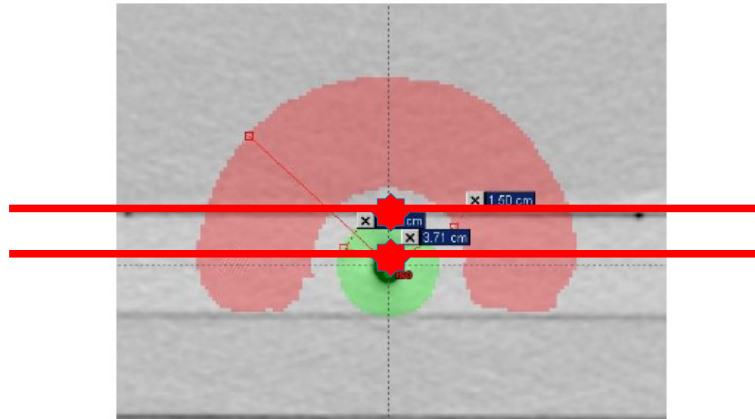
Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Pruebas IMRT



C4: C-Shape

- PTV tiene una forma cóncava ,C, rodeando un OAR central
- OAR cilindro de radio 1 cm, separado 0.5 cm del PTV
- PTV radio del arco interno 1.5 cm, y del arco externo 3.7 cm
- PTV largo 8 cm y OAR altura 10 cm
- Configuración 6 MV/ 9 campos @ 40 grados desde la posición 0 del brazo



Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Medidas v CL



Example data forms for confidence level calculations

Preliminary tests: the preliminary tests P1 and P2 are designed to help evaluate the accuracy of the planning and dosimetry systems before introducing IMRT uncertainties

Chamber measurements

test	prescribed dose/frac (at isocenter)	location	measured dose	planned dose	(meas-plan)/presc
P2		isocenter			
		1 st band right			
		2 nd band right			
		1 st band left			
		2 nd band left			

Film measurements in phantom

test	plane	% gamma pass
P1	isocenter	
P2	isocenter	

Field-by-Field % Gamma pass

Field	P1	P2
1		

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Medidas y CL



IMRT test cases Chamber measurements

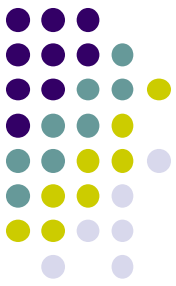
test	prescribed dose/frac	location	measured dose	planned dose	high dose region (meas-plan)/presc	low dose region (meas-plan)/presc
MultiTarget		isocenter				
		4 cm superior				
		4 cm inferior				
Prostate		isocenter				
		2.5 cm posterior				
Head/Neck		isocenter				
		4.0 cm posterior				
CShape (easy)		isocenter				
		2.5 cm anterior				
CShape (hard)		isocenter				
		2.5 cm anterior				
		mean				
		standard deviation				
		confidence limit = mean + 1.96 σ				

Film measurements in phantom

test	plane	% gamma pass
MultiTarget	isocenter	
Prostate	isocenter	
	2.5 cm posterior	
Head/Neck	isocenter	
	4.0 cm posterior	
CShape (easy)	isocenter	
	2.5 cm anterior	
CShape (hard)	isocenter	
	2.5 cm anterior	
	mean	
	standard deviation	
	confidence limit = (100 - mean) + 1.96 σ	

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Medidas y CL



Field-by-Field % Gamma pass

Field	MultiTarget	Prostate	Head/Neck	CShape (easy)	CShape (hard)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
mean					
overall mean					
standard deviation					
confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96 \sigma$					

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Resultados

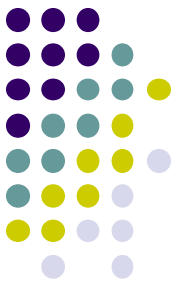


TABLE VII. High dose point in the PTV measured with ion chamber: $[(\text{measured dose}) - (\text{plan dose})] / \text{prescription dose}$, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	Isocenter	0.001	0.017	0.030	-0.020
Prostate	Isocenter	-0.001	0.016	0.022	-0.026
Head and neck	Isocenter	-0.010	0.013	0.011	-0.036
CShape (easier)	2.5 cm anterior to isocenter	-0.001	0.028	0.038	-0.059
CShape (harder)	2.5 cm anterior to isocenter	-0.001	0.036	0.054	-0.061
Overall combined		-0.002	0.022		
Confidence limit= $(\text{mean} + 1.96\sigma)$					0.045

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Resultados

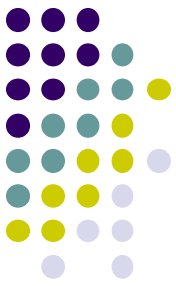


TABLE IX. Low dose point in the avoidance structure measured with ion chamber: $[(\text{measured dose}) - (\text{plan dose})] / \text{prescription dose}$, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	4 cm inferior to isocenter	-0.008	0.019	0.014	-0.050
Prostate	2.5 cm posterior to isocenter	0.000	0.018	0.030	-0.025
Head and neck	4 cm posterior to isocenter	0.004	0.024	0.061	-0.017
CShape (easier)	Isocenter	0.010	0.024	0.050	-0.037
CShape (harder)	Isocenter	0.009	0.025	0.055	-0.021
Overall combined		0.003	0.022		
Confidence limit ($ \text{mean} + 1.96\sigma$)				0.047	

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Resultados



TABLE XI. Composite film: Percentage of points passing gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum	Number of submissions
Multitarget	Isocenter	99.1	0.9	100	97.5	8
Prostate	Isocenter	98.0	2.24	99.8	94.2	7
	2.5 cm posterior	93.2	7.6	99.9	85	3
Head and neck	Isocenter	96.2	3.0	100	92.4	8
	4 cm posterior	97.6	1.5	98.9	95.6	4
CShape (easier)	Isocenter	97.6	3.9	100	88.9	7
	2.5 cm anterior to isocenter	93.9	5.0	99.6	87.9	5
CShape (harder)	Isocenter	94.4	6.0	99.4	86.2	5
	2.5 cm anterior to isocenter	93.0	7.2	99.9	81.3	5
Overall combined		96.3	4.4			
Confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$				12.4 (i.e., 87.6% passing)		

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Resultados

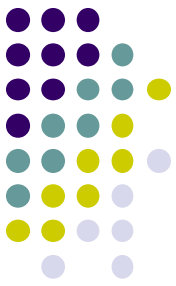


TABLE XIII. Per-field measurements: Average percentage of points passing the gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	97.8	3.5	99.8	90.8
Prostate	98.6	2.4	100	93.3
Head and neck	98.1	2.0	100	94.2
CShape (easier)	97.4	2.8	99.8	93.0
CShape (harder)	97.5	2.6	99.9	94.0
Overall combined	97.9	2.5		
Confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$				7.0 (i.e., 93.0% passing)

Comprobación de la puesta en servicio de IMRT

AAPM TG 119. Comentarios generales



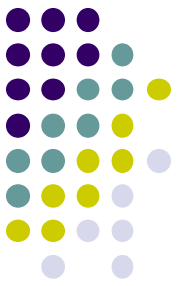
- En lo posible hacer comprobaciones del Plan Compuesto y Campo a Campo
- Plan Compuesto comprueba la suma correcta de todas las dosis administradas, aunque no puede discriminar la magnitud de la desviación de dosis para un ángulo específico
- Campo a campo permite el análisis detallado de la administración individual de la dosis, pero no asegura la suma correcta de la combinación del tratamiento

Se debe se cauto con el análisis y Campo a Campo, para campos con alta modulación pueden encontrarse falsos positivos. Las tasas de aceptación y dependen de los criterios de comparación y métodos utilizados: normalización global o local, umbral de comparación, implementaciones propias del fabricante, etc.

- Los datos del reporte pudieran ser más consistentes
- Es un buen punto de partida para estimar la validez de la puesta en servicio de IMRT institucional
- Es recomendable la verificación independiente/acreditación de la puesta en servicio de IMRT

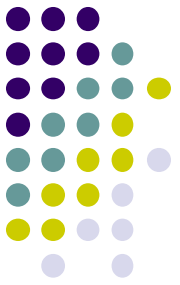
Control de Calidad IMRT

Paciente-Específico. Evaluación



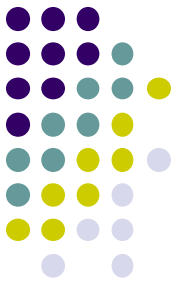
- 7 casos reales
- Planeaciones IMRT/VMAT
- TG 119, 3 %/ 3 mm y Tasa de aceptación 88-90 %
- Resultados PSQA, Tasa de aceptación
 - Por campo, 99%
 - Plan compuesto, 93.4-100%
- Todos los casos presentaban errores sistemáticos
- Tipos de errores detectados
 - Configuración del modelo del algoritmo de cálculo
 - Limitaciones intrínsecas del algoritmo
 - Modelación y alineación del maniquí de QA en el TPS

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218



- **Reporte AAPM TG 218 brinda una mejor comprensión y consistencia de los procesos de control de calidad paciente-específicos de IMRT**
- **Recomendaciones de metodologías y tolerancias para los controles de calidad paciente-específicos de IMRT**

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218



- **Revisión del desempeño de las pruebas de comparación diferencia de dosis/ acuerdo-de-distancia y γ**
- **Revisión de las metodologías de medición existentes y nuevas**
- **Revisión de los análisis de resultados de los controles de calidad paciente-específicos presentados en la literatura**
- **Pruebas de rendimiento (benchmark) de la implementación por los fabricantes de las comparaciones γ**

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Incertidumbres en los procesos de planeación y administración



- **Planeación del tratamiento**
 - **Modelado del MLC: borde de las láminas, unión (tongue-and-groove), transmisión y penumbra de láminas/colimadores.**
 - **Compensadores: dispersión, endurecimiento del haz, alineación**
 - **Factores de campo y perfiles para haces pequeños**
 - **Retrodispersión del cabezal**
 - **Selección de la malla de cálculo**
 - **Corrección por heterogeneidades**
- **Unidad de tratamiento**
 - **MLC errores de posición (aleatorios y sistemáticos), MLC velocidad/aceleración, Brazo estabilidad rotacional, Mesa estabilidad del movimiento, Estabilidad del haz: planitud, simetría, rendimiento, tasa de dosis, linealidad de la dosis**
 - **Diferencias y limitaciones del diseño del MLC y el acelerador lineal (cabezal) y/o envejecimiento**
- **Instrumentación y herramientas de análisis de los controles de calidad paciente-específicos.**

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Incertidumbres en los procesos de planeación y administración



- **Límite de acción**
 - Cantidad permitida para la desviación de una medida de calidad sin que implique el riesgo de daño a un paciente
 - Límite definido pasado el cual se necesita realizar una acción clínica. Ejemplo: diferencia $\pm 5\%$ dosis en un punto, no se procede a tratar el paciente
- **Límites de tolerancia**
 - Fronteras dentro de las cuales se considera que un proceso está desempeñándose normalmente
 - Resultados fuera de los límites de tolerancia, o con una tendencia hacia estos, indican una desviación del proceso de su desempeño normal.
 - Este enfoque permite tomar acciones antes de que alcancen un umbral inaceptable clínicamente o un límite de acción

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis

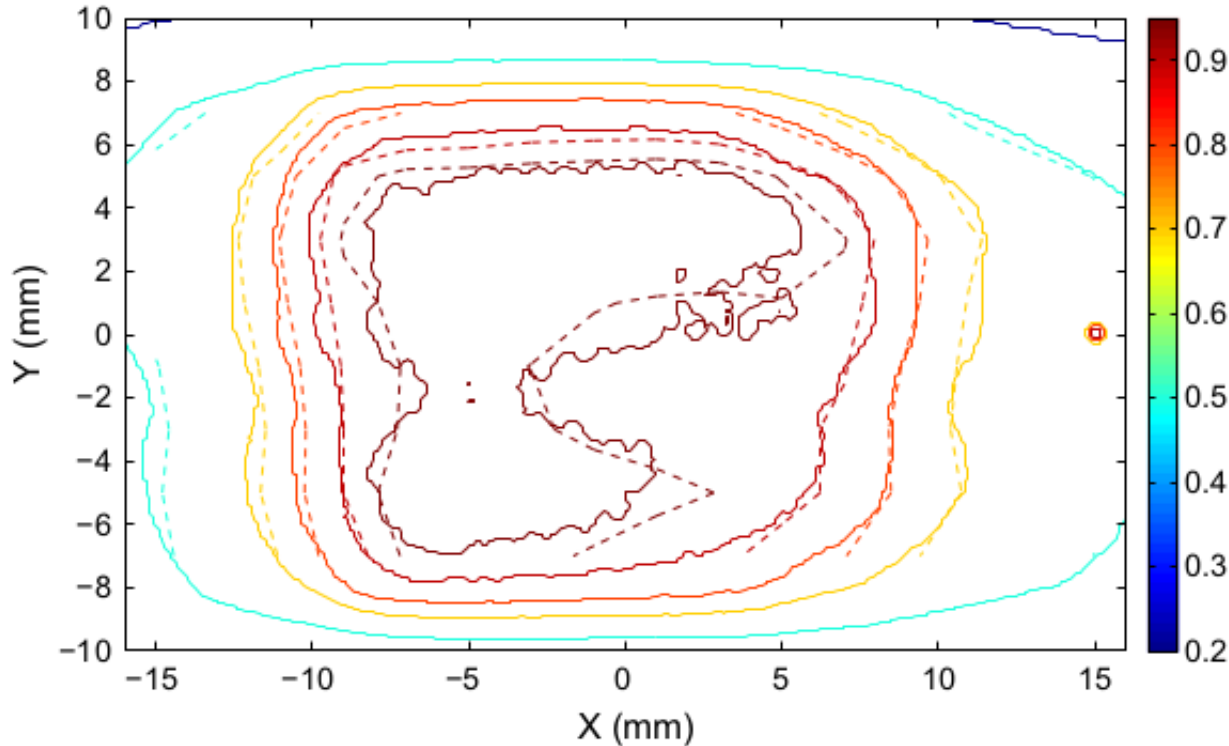
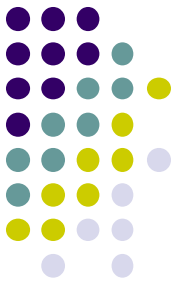


FIG. 1. Isodose overlay of two measurements, the solid line from radiochromic film and the dashed line from liquid-filled ionization chambers. From Brulla-Gonzalez.⁴⁶ The 20%, 50%, 70%, 80%, 90%, and 95% dose levels are shown.

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis

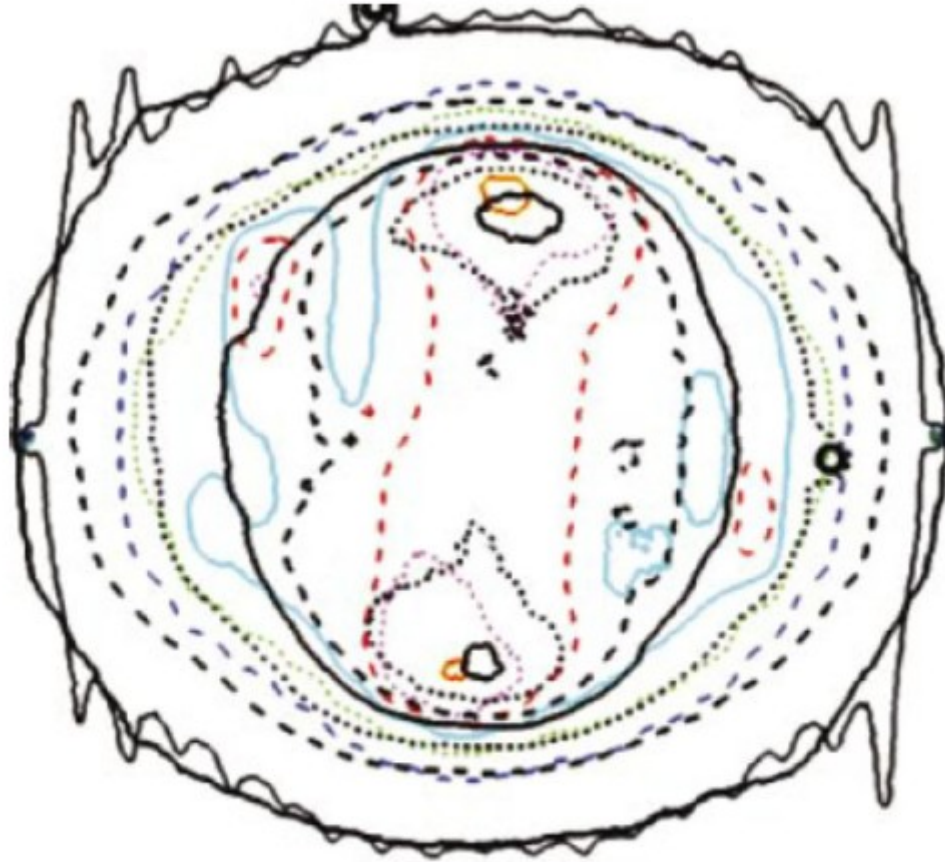
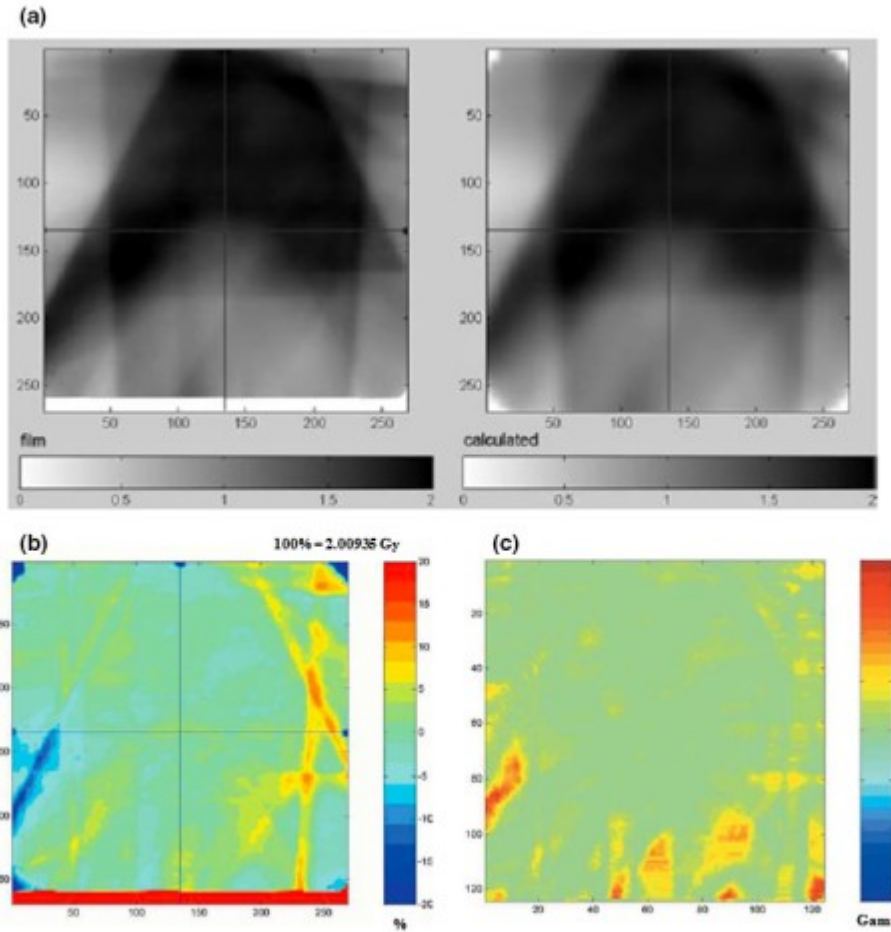
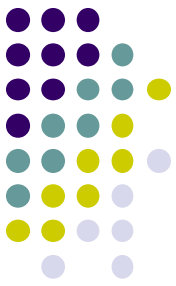


FIG. 2. Superimposed isodose distribution for two different dose distributions. The fact that the distributions disagree is clear from the intersecting isodose lines, but a quantitative evaluation of the discrepancy by eye is impossible using this type of display. Image is from Duan et al.⁴⁷

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Diferencia de dosis



$$\delta(\vec{r}) = D_e(\vec{r}) - D_r(\vec{r})$$

FIG. 3. (a) Film and calculated dose distributions from Bogner et al.⁴⁹ (b) Dose difference distribution (percent of prescription dose) showing that large dose differences can occur in steep dose gradient regions, even for dose distributions that are otherwise similar. (c) γ distribution based on 3% dose difference and 3 mm DTA.

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Diferencia de dosis

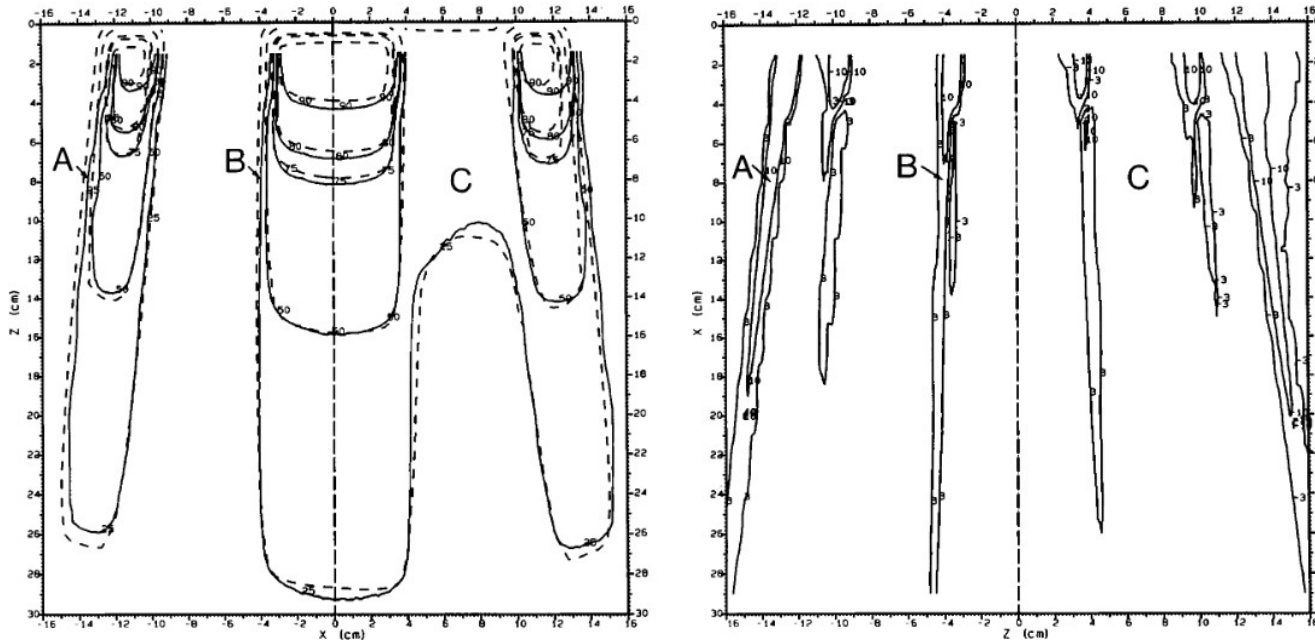
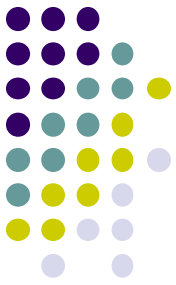
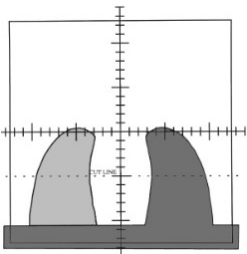


FIG. 3. (a) Superimposed measured and calculated isodoses for the transverse, off-axis plane shown in Fig. 2. The convolution-adapted ratio-TAR algorithm is used, and doses are shown as a percent of the central axis dose at d_{\max} . The measurement is plotted with a solid line and the calculation with a dashed line. (b) Dose-difference plot for distributions shown in (a). The curves indicate the percentage error relative to the normalization dose value of 100%. (c) Distance-to-agreement distribution (in mm) for dose distributions shown in (a). (d) Composite distribution demonstrating regions in which the dose difference and distance-to-agreement both exceed acceptance limits of $\pm 3\%$ and ± 0.3 cm, respectively.



$$\delta(\mathbf{r}_m) = \delta(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c) \Rightarrow \mathbf{r}_m = \mathbf{r}_c,$$

where

$$\delta(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c) \equiv D_m(\mathbf{r}_m) - D_c(\mathbf{r}_c)$$

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Distancia-de-concordancia

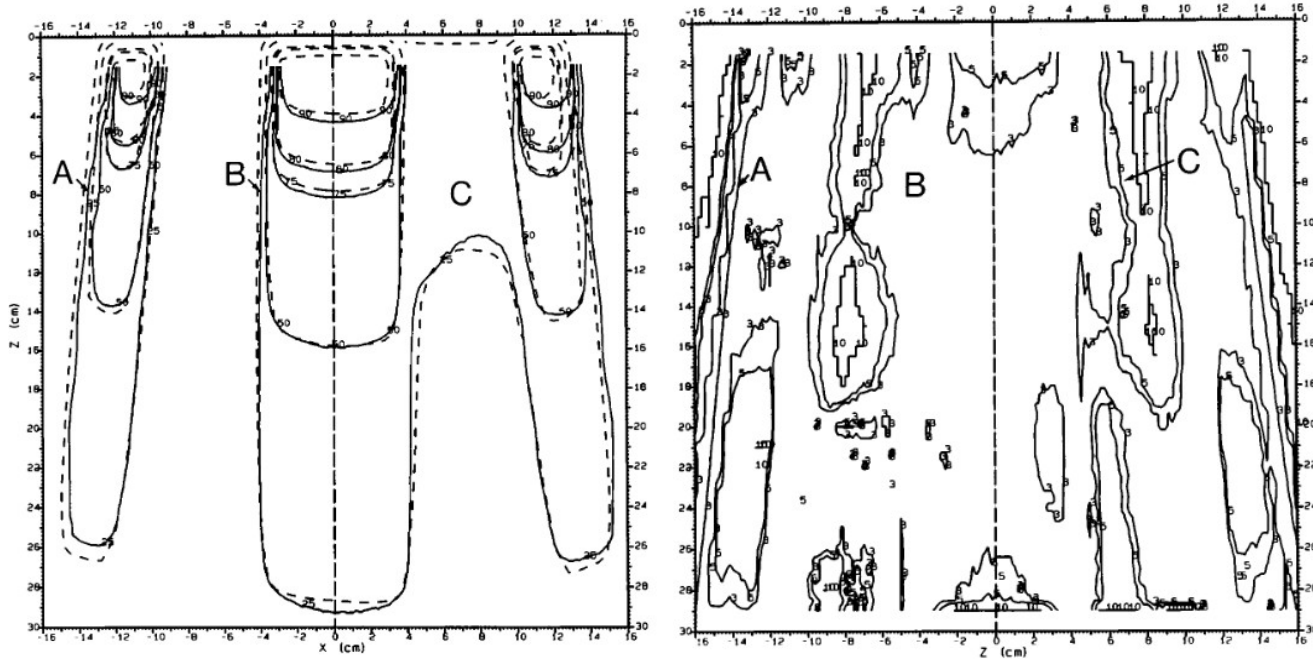
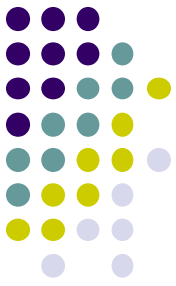


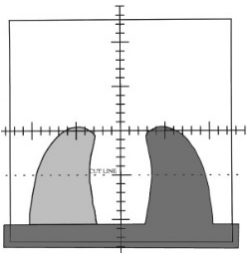
FIG. 3. (a) Superimposed measured and calculated isodoses for the transverse, off-axis plane shown in Fig. 2. The convolution-adapted ratio-TAR algorithm is used, and doses are shown as a percent of the central axis dose at d_{\max} . The measurement is plotted with a solid line and the calculation with a dashed line. (b) Dose-difference plot for distributions shown in (a). The curves indicate the percentage error relative to the normalization dose value of 100%. (c) Distance-to-agreement distribution (in mm) for dose distributions shown in (a). (d) Composite distribution demonstrating regions in which the dose difference and distance-to-agreement both exceed acceptance limits of $\pm 3\%$ and ± 0.3 cm, respectively.

The DTA, $d(\mathbf{r}_m)$, is given by

$$d(\mathbf{r}_m) = \min\{r_0(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c)\} \in \{\mathbf{r}_c\},$$

where

$$r_0(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c) = \{r(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c)\} \Rightarrow \delta(\mathbf{r}_m, \mathbf{r}_c) = 0$$



Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Compuesto

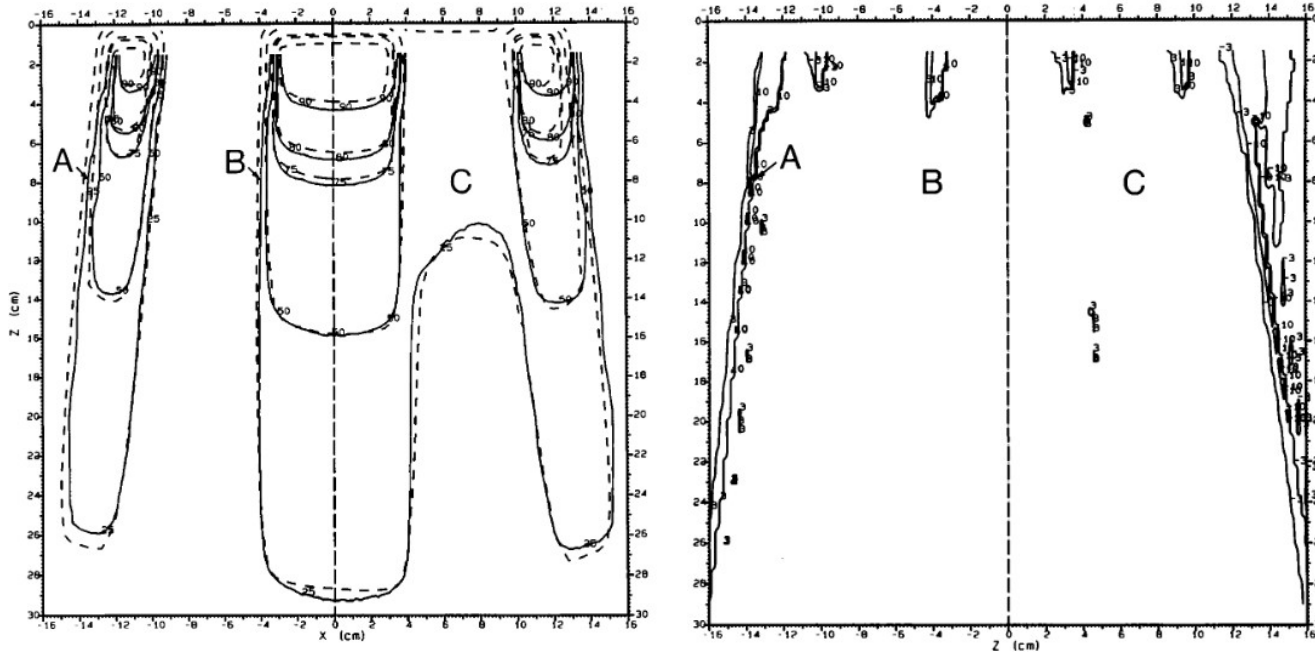
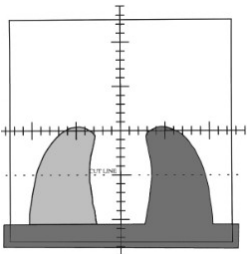


FIG. 3. (a) Superimposed measured and calculated isodoses for the transverse, off-axis plane shown in Fig. 2. The convolution-adapted ratio-TAR algorithm is used, and doses are shown as a percent of the central axis dose at d_{\max} . The measurement is plotted with a solid line and the calculation with a dashed line. (b) Dose-difference plot for distributions shown in (a). The curves indicate the percentage error relative to the normalization dose value of 100%. (c) Distance-to-agreement distribution (in mm) for dose distributions shown in (a). (d) Composite distribution demonstrating regions in which the dose difference and distance-to-agreement both exceed acceptance limits of $\pm 3\%$ and ± 0.3 cm, respectively.



$$c(\mathbf{r}_m) = \delta_f(\mathbf{r}_m) \times d_f(\mathbf{r}_m),$$

where

$$\delta_f(\mathbf{r}_m) = \begin{cases} 0 & |\delta(\mathbf{r}_m)| \leq \Delta D_M \\ 1 & |\delta(\mathbf{r}_m)| > \Delta D_M \end{cases}$$

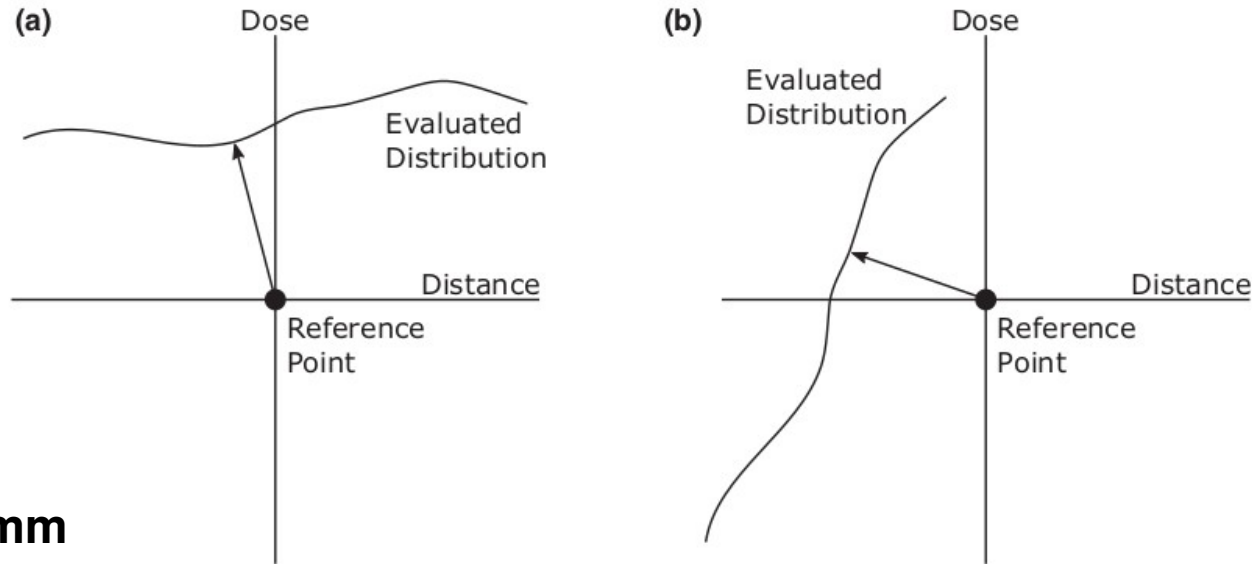
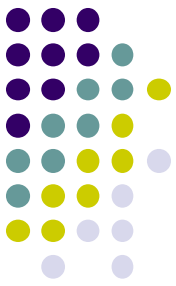
and

$$d_f(\mathbf{r}_m) = \begin{cases} 0 & |d(\mathbf{r}_m)| \leq \Delta d_M \\ 1 & |d(\mathbf{r}_m)| > \Delta d_M \end{cases}$$

A software tool for the quantitative evaluation of 3D dose calculation algorithms. Harms W et al. Med Phys, 1998

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Distribución γ



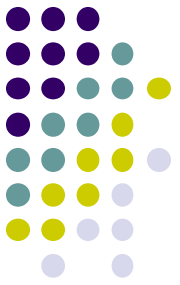
$\gamma=1$:
 $\Delta d=2$ mm
 $\Delta D=3$ %

$$\Gamma(\vec{r}_e, \vec{r}_r) = \sqrt{\frac{r^2(\vec{r}_e, \vec{r}_r)}{\Delta d^2} + \frac{\delta^2(\vec{r}_e, \vec{r}_r)}{\Delta D^2}}$$

$$\gamma(\vec{r}_r) = \min\{\Gamma(\vec{r}_e, \vec{r}_r)\} \forall \{\vec{r}_e\}$$

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Distribución γ
Consideraciones prácticas. Normalización



Diferencia de dosis

- **Global, porcentaje de dosis máxima de la distribución medida o de referencia. Puede ser un valor específico, ejemplo dosis de prescripción. Mismo valor para todos los puntos comparados**
- **Local, porcentaje de dosis local de la distribución medida o de referencia. Valor de normalización es específico del punto comparado**

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Distribución γ

Consideraciones prácticas. Resolución espacial (Interpolación)

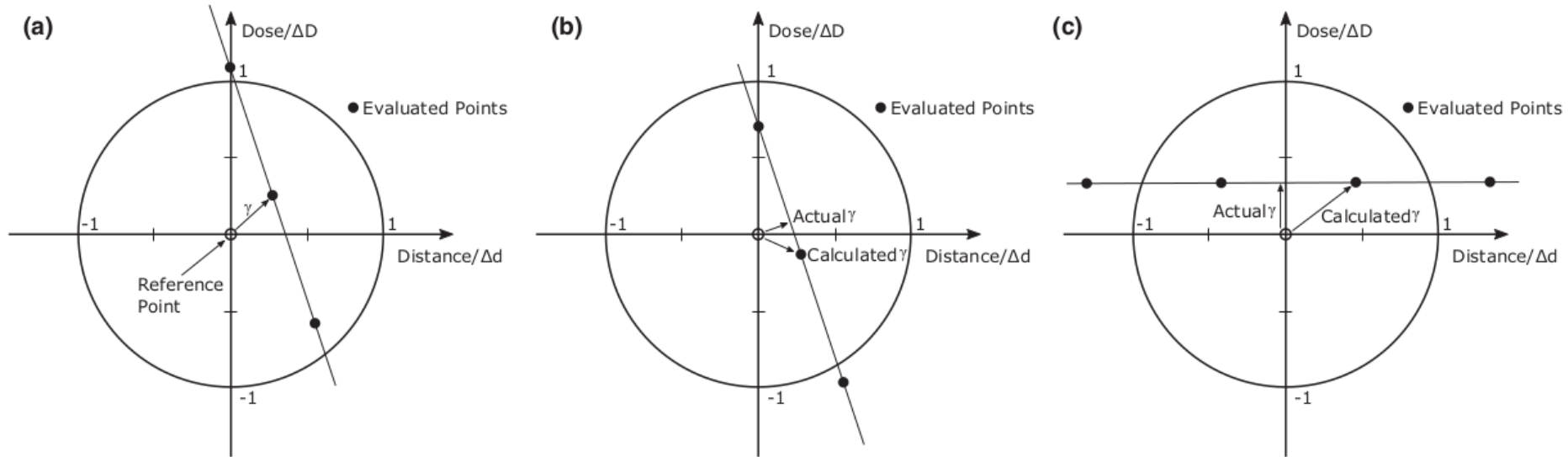
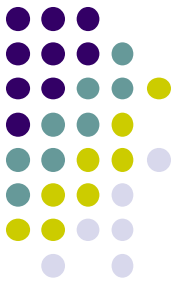


FIG. 5. Example of the γ calculation error when the evaluated dose distribution spatial resolution is relatively coarse with respect to the DTA criterion. (a) The calculation is correct. (b) The calculated value is greater than what would be calculated if interpolation was used. (c) Evaluated dose distributions with low-dose gradients can have the same error if the evaluated pixel locations differ from the reference pixel.

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Evaluación de distribuciones de dosis. Distribución γ
Consideraciones prácticas. Interpretación



- Criterios de comparación diferencia de dosis (D) y distancia -de - concordancia (DTA) pueden considerarse barras de error de la distribución γ
- Utilización de un umbral de cálculo permite enfocar la comparación en las zonas de más relevancia clínica
- Representación de los resultados γ en un plano de isocurvas o superficies (color-wash) es adecuado para el manejo de mucha información. También puede ser presentado en forma de histogramas estadísticos
- Tasa de aceptación solamente, puede no representar una relevancia clínica de la calidad del plan
 - Valor máximo γ , tasa de aceptación para un γ de 1.5, histograma, etc
- Examen de tasas de aceptación con otros criterios de comparación pueden aclarar las causas de las discrepancias
- Resultados γ pueden subestimar errores clínicos en la administración del plan

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA:
Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Evaluating IMRT and VMAT dose accuracy: Practical examples of failure to detect systematic errors when applying a commonly used metric and action levels. Nelms B. et al, Med Phys, 2013.

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Resultados reportados

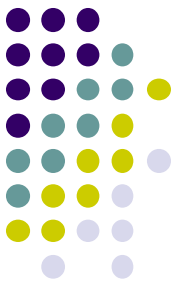


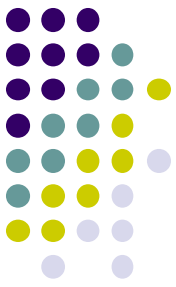
TABLE II. IMRT QA measurement results reported in the literature. Results include absolute point-dose agreement and γ passing rates for various tolerance limits.

Author year	Delivery technique	Dosimeter	Number of irradiation	Reported results
Dong 2003 ⁷⁵	Fixed-gantry and serial tomotherapy	IC	751 cases and 1591 measurements	0.37% \pm 1.7% (−4.5% to 9.5%)
Both 2007 ¹⁰²	Fixed-gantry	2D Diode array	747 fields	3%/3 mm relative: 96.22% \pm 2.89% (HN), 99.30% \pm 1.41% (prostate and other sites); absolute point dose error: 1.41% \pm 1.10% (HN), 0.419% \pm 0.420% (prostate and other sites)
Ibbott 2008 ³³	Not specified	Film, TLDs	250 (multi-institution)	179 (72%) pass (7%/4 mm absolute/global)
Molineu 2013 ¹⁰⁷	Not specified	Film, TLD	1139 irradiations, 763 institutions	929 (81.6%) pass (7%/4 mm absolute/global)
Basran 2008 ¹⁰⁸	Fixed-gantry	2D diode array	115 plans	3%/3 mm absolute/global: 95.5% \pm 3.5% (HN), 98.8% \pm 2.0% (GU), 97.3% \pm 1.6% (lung)
Ezzell 2009 ¹⁶	Fixed-gantry and Tomotherapy	Film, IC, 2D diode array	10 institutions, 5 from-easy-to-difficult cases per institution	High-dose point: −0.2% \pm 2.2%; low-dose point: 0.3% \pm 2.2% (composite); per-field: 97.9% \pm 2.5% (3%/3 mm absolute/global); composite film: 96.3% \pm 4.4% (3%/3 mm absolute/global)
Geurts 2009 ¹⁰⁹	Tomotherapy	3D diode array	264 plans	3%/3 mm: 97.5%, range 90.0–100%; absolute/relative or global/local not indicated
Langen 2010 ¹¹⁰	Tomotherapy	IC, planar dosimeter	TG-148 member institutions	IC: 3%; planar: >90% (3%/3mm absolute/global); range or SD not given

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Resultados reportados, continuación.

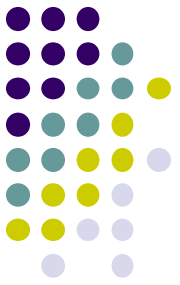


Masi 2011 ⁶⁴	VMAT	IC, film, 2D diode array, 2D IC array	50 plans	IC: 1.1% \pm 1.0%; electronic planar: >97.4% (3%/3 mm or 3%/2 mm absolute/both global and local), range 92.0–100%; EDR2: 95.1%, range 83.0–100%; EBT2: 91.1%, range 80.0%–98.5%
Bailey 2011 ¹⁰³	Fixed-gantry	2D diode array, EPID	25 prostate fields, 79 HN fields	2%/2 mm absolute/global: 80.4% (prostate), 77.9% (HN); 2%/2 mm absolute/local: 66.3% (prostate), 50.5% (HN); 3%/3 mm absolute/global: 96.7% (prostate), 93.5% (HN); 3%/3mm absolute/local: 90.8% (prostate), 70.6% (HN)
Lang 2012 ¹⁰⁴	Fixed-gantry or VMAT with FFF	IC, Film, 3D diode array, 2D IC array	224 plans (52 plans with IC)	99.3% \pm 1.1% (3%/3 mm absolute/global); point dose: 0.34% (\pm 2% for 88% of cases)
Mancuso 2012 ¹⁰⁵	Fixed-gantry and VMAT	IC, Film or 2D diode array	TG-119 test cases	IC: $-0.82\% \pm 0.48\%$ (IMRT) and $-1.89\% \pm 0.50\%$ (VMAT); Film: 97.6% \pm 0.6% for IMRT, 97.5% \pm 0.8% for VMAT (2%/2 mm composite, absolute/global); Diode: 98.7% \pm 0.3% for IMRT and 98.6% \pm 0.4% for VMAT (3%/3 mm absolute/global)
Bresciani 2013 ¹⁰⁶	Tomotherapy	3D diode array	73 plans	Absolute global: 98% \pm 2% (3%/3 mm), 92% \pm 7% (2%/2 mm), 61% \pm 11% (1%/1 mm); absolute local (2 cGy local threshold): 93% \pm 6%(3%/3 mm), 84% \pm 9%(2%/2 mm), 66% \pm 12%(1%/1 mm)

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

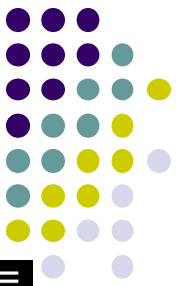
Distribución gamma. Resultados reportados



- **Tasas de aceptación de las comparaciones y pueden no ser sensibles o subestimar errores clínicos significativos al pacientes**
- **Se necesita:**
 - **Adopción de tolerancias más estrictas**
 - **Análisis más exhaustivos de los resultados**
 - **Controles de calidad más estrictos del acelerador lineal y el MLC**
 - **Implementar métodos más sensibles de controles de calidad paciente-específicos**

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Tolerancias y Límites de acción reportados



Author year	Delivery technique	Dosimeter	Number of irradiation	Reported/recommended tolerance levels
Palta 2003 ³⁵	Fixed-gantry	Not specified	Results from an IMRT questionnaire of 30 institutions	CL and AL: $\pm 10\%/2$ mm and $\pm 15\%/3$ mm (high dose, steep gradient); CL and AL: $\pm 3\%$ and $\pm 5\%$ (high dose, low gradient); CL and AL: $\pm 4\%$ and $\pm 7\%$ (low dose, low gradient)
Low 2003 ⁴³	Fixed-gantry	N/A	Simulated fields mimicking clinical fields	γ index tolerance criteria: 5%/2–3 mm
Childress 2005 ⁶⁶	Fixed-gantry	Film	858 fields	γ index tolerance criteria: 5%/3 mm
Stock 2005 ¹³⁴	Fixed-gantry	Film, IC	10 plans	γ index (3%/3 mm): $\gamma_{\text{mean}} < 0.5$, $\gamma_{\text{max}} < 1.5$, and fraction of $\gamma_{>1}$ 0–5%
De Martin 2007 ¹³⁵	Fixed-gantry	Film, IC	57 HN plans	γ index (4%/3 mm): $\gamma_{\Delta} [\gamma_{\text{mean}} + 1.5 \text{ SD}(\gamma)] < 1$; γ threshold (4%/3 mm): $\gamma_{<1} > 95.3\%$, $\gamma_{<1.5} > 98.9\%$, $\gamma_{>2} < 0.4\%$
ESTRO 2008 ³⁸	Fixed-gantry	IC	Not specified	TL: 3% AL: 5%
Basran 2008 ¹⁰⁸	Fixed-gantry	2D diode array	115 plans	TL: 3% overall, 5% per-field (independent of disease site); γ threshold (3%/3 mm): $\geq 95\%$ (non-HN cases); γ threshold (3%/3 mm): $\geq 88\%$ (HN cases)
Ezzell 2009 ¹⁶	Fixed-gantry and Tomotherapy	Film, IC, 2D diode array	10 institutions, 5 from-easy-to-difficult cases per institution	CL: $\pm 4.5\%$ (high-dose point in PTV); CL: $\pm 4.7\%$ (low-dose point in OAR); CL: $\pm 12.4\%$ (film composite), 87.6% passing (3%/3 mm); CL: $\pm 7\%$ (per-field), 93.0% passing (3%/3 mm)
Carlone 2013 ¹³⁶	Fixed-gantry	2D diode array	85 prostate plans (68 modified with random MLC errors)	γ threshold (2%/2 mm): 78.9% ($\sigma \sim \pm 3$ mm), 84.6% ($\sigma \sim \pm 2$ mm), 89.2% ($\sigma \sim \pm 1$ mm); γ threshold (3%/3 mm): 92.9% ($\sigma \sim \pm 3$ mm), 96.5% ($\sigma \sim \pm 2$ mm), and 98.2% ($\sigma \sim \pm 1$ mm).

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas a los fabricantes

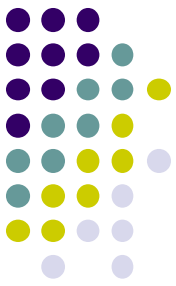


TABLE IV. Vendor survey questionnaire on the implementation of IMRT QA γ analysis software.

1. Do you perform interpolation between points in the dose image____, if so, to what resolution_____?
2. Do you resample one or both images for the γ analysis____? If so, on what basis and to what resolution_____?
3. Which image is considered the reference image for the γ analysis, plan or measured_____? Is this user selectable?_____
4. Can you use an acquired and plan dose image that are each in standard DICOM RT format?_____
5. What search radius do you use, is it user selectable?_____
6. Do you offer both relative and absolute dose modes?_____
7. Is your dose tolerance part of the γ analysis referred to the local dose or maximum dose or other____? Is that user selectable_____?
8. Do you specify the dose threshold value above which the analysis will take place? If so, what is the dose threshold?____ Is this value user selectable_____?
9. Do you offer plan-to-acquired-dose image auto-registration____? Manual registration____? Assume center of each image is point in common_____?
10. For relative mode, how do you normalize the acquired and plan dose images-
 - at maximum?,
 - to an area,
 - to a user selectable point?
 - Other ? _____
11. Do you perform % dose difference-DTA(Van Dyk analysis)? _____
12. If so, how do you normalize the acquired and plan dose images-
 - at maximum of the reference image?,
 - an area,
 - to a user selectable point?
 - Other ? _____

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas a los fabricantes



TABLE V. Vendor^a responses to the questionnaire on IMRT QA γ analysis software listed in Table IV.^b

QA question #	SNC patient	3DVH	Portal dosimetry	RIT113	IMSure	Delta 4	VeriSoft	Compass	OP IMRT
1. Perform interpolation between points:	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
2. Resample one or both images for γ analysis:	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
3. Reference image is plan or measurement:	Measured	Plan	Plan	Both	Plan	Measured	Measured	Plan	Both
User selectable	No	No	No	Yes	No	No	No	No	Yes
4. Can user acquire and plan dose image in DICOMRT:	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
5. DTA search radius (mm):	8	5		10	30	2.5xDTA	3		
User selectable	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes
6. Offer both relative and absolute dose modes:	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
7. Dose tolerance part of γ user selectable:	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Local dose	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Max dose	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
8. Dose threshold above γ analysis occurs:	0–100%	0–100%	0–100%	0–100%		0–100%	0–30%	10cGy	0–100%
User selectable	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
9. Registration between plan and measurement:	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Auto registration	Yes	Yes	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes	No
Manual registration	Yes	No	Yes	Yes		Yes	Yes	No	Yes
Assume center of each image as common point	Yes	Yes	No	No		No		Yes	No
10. Relative mode, normalize plan/measurement to:	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
At maximum	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
To an area	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
User selectable point	Yes	No		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Others	Yes								
11. Perform % dose difference/DTA (Van Dyk analysis):	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes
Normalize to maximum of reference image	Yes	Yes		Yes		Yes			Yes
Normalize to an area	No	No		Yes		Yes			Yes
Normalize to a user selectable point	Yes	No		Yes		Yes	Yes	Yes	Yes
Others	Yes								

^aVendors: 3DVH and SNC Patient for MapCHECK and ArcCHECK (Sun Nuclear Corporation, Melbourne, FL, USA), Portal Dosimetry with EPID (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, USA), RIT 113 (Radiological Imaging Technology, Inc, Colorado Springs, CO, USA), IMSure (Standard Imaging Inc, Middleton, WI, USA), Delta4 (ScandiDos, Uppsala, Sweden), VeriSoft with Seven29 2D array (PTW, Freiburg, Germany), COMPASS and OmniPro-IMRT with MatriXX (IBA dosimetry, Schwarzenbruck, Germany).

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas de rendimientos, matemática

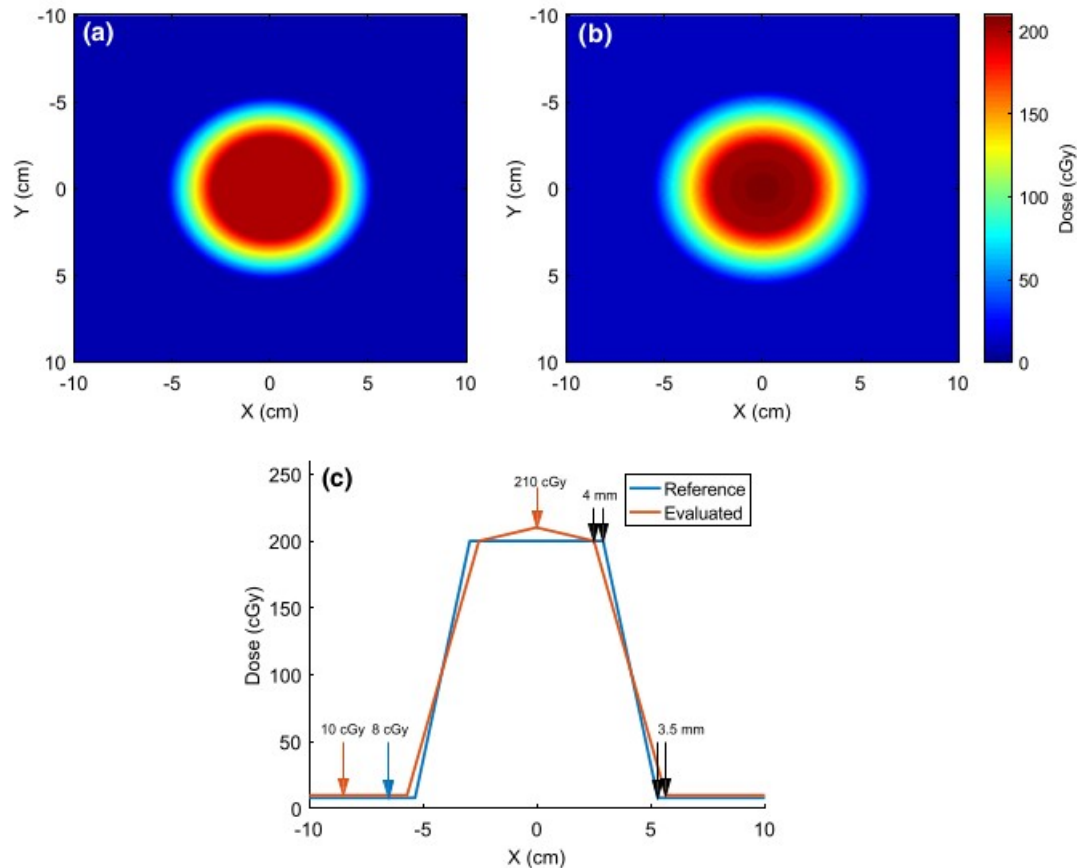
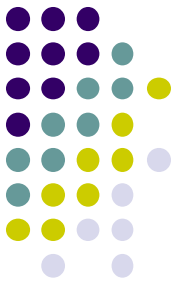


FIG. 7. Dose distributions for the mathematical case (circular-shape field) sent to vendors to test γ calculations. (a) Reference dose distribution (resolution 0.5 mm). (b) Evaluated dose distribution (resolution 0.5 mm). (c) Overlaid dose profiles showing the differences between the two distributions.

**Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA:
Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018**

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas de rendimientos, clínica

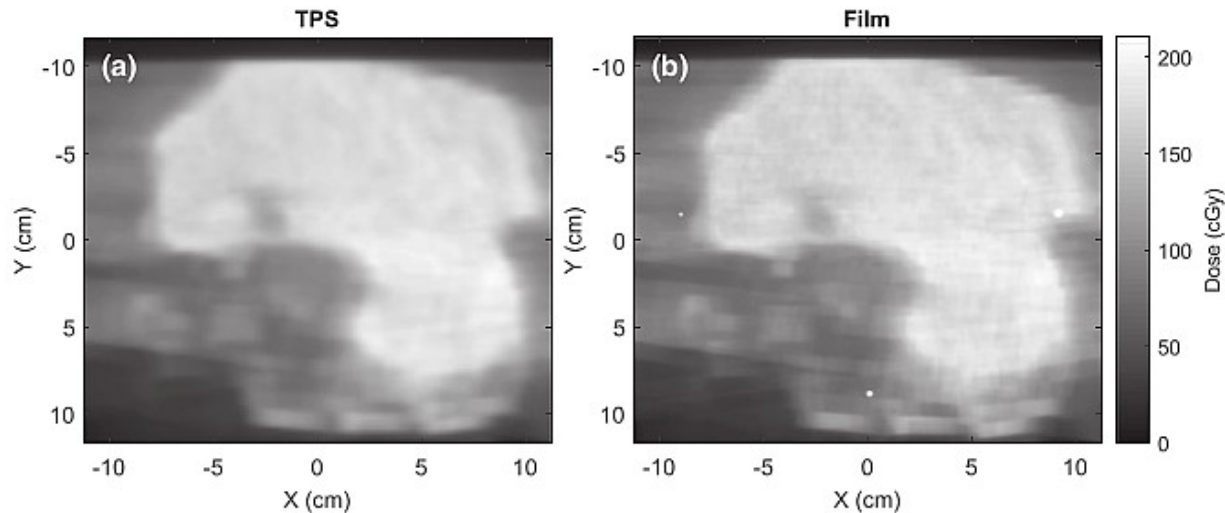
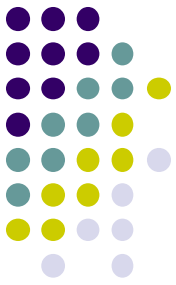


FIG. 8. Clinical dose distributions from a clinical IMRT plan sent to vendors to test γ calculations. (a) TPS calculated dose distribution (resolution 0.5 mm). (b) Film measurement (resolution 0.5 mm).

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas de rendimientos, matemática

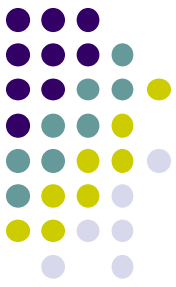


TABLE VI. γ passing rates from mathematical test (Fig. 7).

Dose tolerance (%)	DTA tolerance (mm)	Dose threshold (%)	Gold standard (%)	γ Passing rate		γ Passing rate		γ Passing rate		γ Passing rate		γ Passing rate	
				vendor A (%)	Diff (%)	vendor B (%)	Diff (%)	vendor C (%)	Diff (%)	vendor D (%)	Diff (%)	vendor E (%)	Diff (%)
3	3	4	95.1	95.1	0.0	95.3	0.2	95.1	0.0	95.1	0.0	96.4	1.4
3	2	4	90.2	90.2	0.0	89.8	-0.4	90.2	0.0	90.2	0.0	91.4	1.3
2	3	4	93.4	93.4	0.0	93.7	0.3	93.4	0.0	93.4	0.0	94.7	1.4
2	2	4	88.3	88.3	0.0	88.2	-0.1	88.3	0.0	88.3	0.0	89.6	1.5
3	3	5.5	81.9	81.9	0.0	81.6	-0.4	80.4	-1.8	81.9	0.0	85.8	4.8
3	2	5.5	63.1	63.1	0.0	59.8	-5.2	61.0	-3.3	63.1	0.1	65.8	4.3
2	3	5.5	75.3	75.3	0.0	75.1	-0.3	73.9	-1.9	75.2	-0.1	79.0	4.9
2	2	5.5	55.4	55.4	0.0	53.6	-3.3	53.4	-3.6	55.4	0.1	58.5	5.6

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Pruebas de rendimientos, clínica

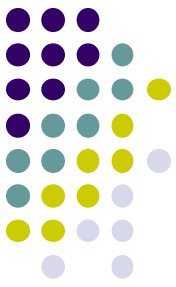


TABLE VII. γ passing rates from clinical test (Fig. 8).

Dose tolerance (%)	DTA tolerance (mm)	Dose threshold (%)	Gold standard (%)	γ Passing rate vendor A (%)	Diff (%)	γ Passing rate vendor B (%)	Diff (%)	γ Passing rate vendor C (%)	Diff (%)	γ Passing rate vendor D (%)	Diff (%)	γ Passing rate vendor E (%)	Diff (%)
3	3	0	98.7	98.5	-0.2	96.7	-2.0	98.5	-0.2	98.5	-0.2	97.0	-1.7
3	2	0	97.1	96.5	-0.6	94.5	-2.7	96.5	-0.6	96.5	-0.6	95.4	-1.8
2	3	0	96.6	96.1	-0.5	91.6	-5.2	96.1	-0.5	96.1	-0.5	92.3	-4.5
2	2	0	93.0	92.1	-1.0	87.2	-6.2	92.1	-1.0	92.1	-1.0	88.7	-4.6

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Distribución γ . Tolerancias, límites de acción, ejemplo de cálculo basado en procesos

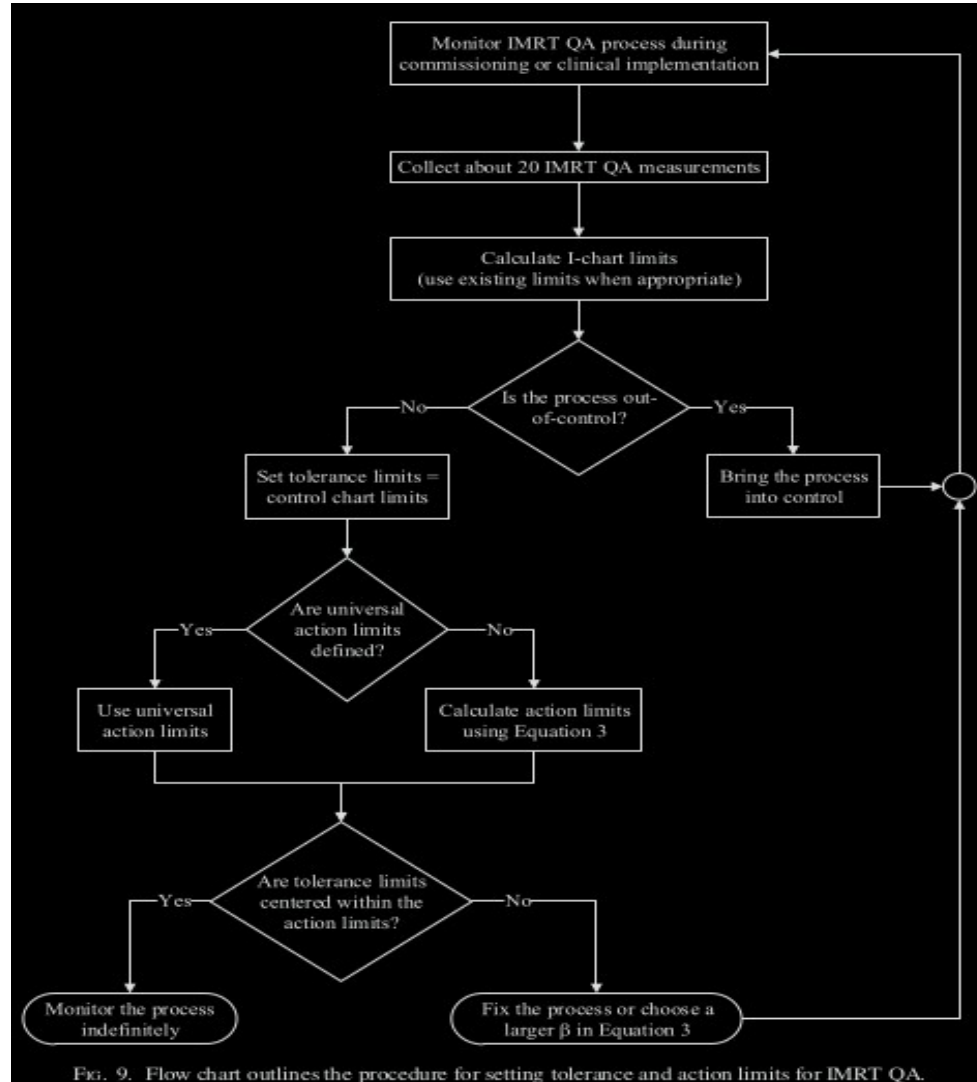
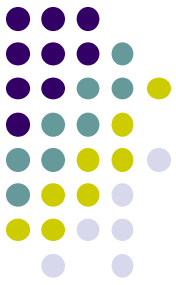
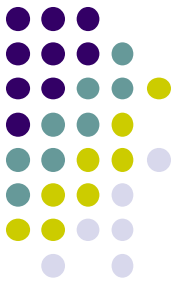


FIG. 9. Flow chart outlines the procedure for setting tolerance and action limits for IMRT QA.

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Miften M et al. Med Phys, 2018

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Recomendaciones. Métodos de medición



- **Método recomendado TC**
- **Método PPF, sino se pudiera hacer TC**
- **Método PC no utilizar en lo posible**
- **Análisis de las mediciones en modo absoluto**
- **Preferible hacer calibración cruzada de dosis antes de la toma de mediciones**
- **Utilizar normalización global**
- **Utilizar umbral de dosis**

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Recomendaciones. Tolerancias y límites de acción universales

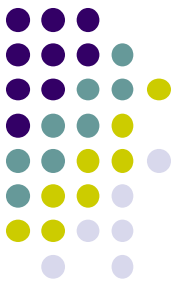


Análisis γ /modo absoluto/norm. global

- Límite de tolerancia universal: tasa de aceptación $\geq 95\%$, 3 %/2 mm, umbral 10%
- Límite de acción universal: tasa de aceptación $\geq 90\%$, 3 %/2 mm, umbral 10%
- Límites específicos por equipamiento y experiencias locales pueden ser definidos
- Criterios más estrictos deben utilizarse para detectar errores regionales sutiles y discriminar si son sistemáticos para una localización anatómica específica o una unidad de tratamiento
- Medidas con C.I. o películas, tolerancia y límite de acción serán $\leq 2\%$ y $\leq 3\%$
- En cualquier caso si la tasa de aceptación es $< 100\%$
 - revisar la distribución espacial del resultado γ
 - revisar otros valores relevantes: máximo, mínimo, $\gamma=1.5$, histograma, etc

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Recomendaciones. Tolerancias y límites de acción universales



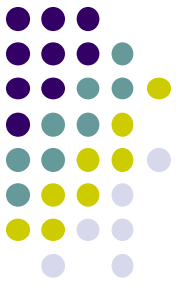
Análisis γ /modo absoluto/norm. global

- **Si las tasa de aceptación están consistentemente fuera de los límites, ya sea por defecto o en exceso deben revisarse, ya se utilizando criterios más estrictos u otras métricas, por ejemplo diferencia de dosis únicamente**
- **Resultados γ deben analizarse órgano a órgano. Debe garantizarse en lo posible disponer de herramientas a este fin, ejemplo reconstrucción de distribuciones de dosis o DVH**
- **Seguimiento de resultados entre pacientes con localizaciones anatómicas similares, para detectar posibles errores sistemáticos**
- **Al referir las tasas de aceptación debe referirse además las condiciones de comparación: normalización global o local, DTA, dosis umbral, etc**

Comprobación de los Controles de Calidad

Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Recomendaciones. Curso de acción en caso de fallos o resultados marginales

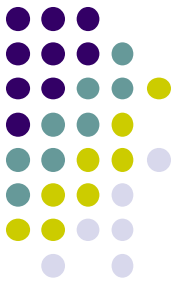


Configuración y haz

- Configuración de medición-maniquí
- Sistema de Registro y Verificación, recepción y utilización del plan correcto
- Control de calidad del haz: rendimiento, planitud y simetría
- Linealidad del haz para bajas UM
- Exactitud, estabilidad y calibración del detector utilizado
- Resolución del detector, factores de corrección empleados
- Valor de dosis utilizado en la normalización global
- Reporte y manipulación correcta de los datos del plan y las mediciones

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

Recomendaciones. Curso de acción en caso de fallos o resultados marginales

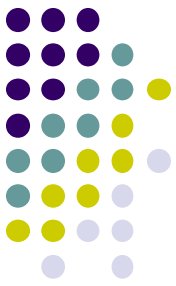


MLC

- Revisar resultados generales periódicos de los controles de calidad paciente-específicos de IMRT
- Comprobar las tolerancias del desempeño de las láminas: velocidad, posición. Aceleración
- Transmisión inter y entre-láminas (efecto tongue-and-groove)
- Perfiles de dosis para colimadores y MLC
- Dosimetric Leaf Gap
- Seguimiento de colimadores, si aplica

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218

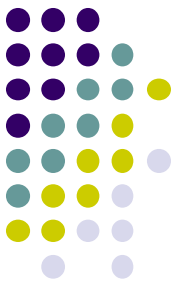
Recomendaciones. Curso de acción en caso de fallos o resultados marginales



Sistema de Planeación de Tratamientos (TPS)

- **Modulación y complejidad de los mapas de fluencia**
- **Número de segmentos pequeños/elongados**
- **Total de UM**
- **Dosimetría de haces pequeños**
- **Caracterización del MLC**
- **Mínimos UM/segmento**
- **Mínimo tamaño de segmento soportado**
- **Malla de cálculo/ Varianza para algoritmos MC**
- **Corrección densidad electrónica del maniquí en el TPS**
- **Utilización de múltiples posiciones del carro del MLC**
- **Discretización de los arcos en VMAT**

Comprobación de los Controles de Calidad Paciente-Específicos de IMRT AAPM TG 218



Conclusiones

- **IMRT es ya una práctica estándar**
- **Existen ventajas y desventajas entre los diferentes enfoques para la ejecución y análisis de los controles de calidad paciente-específicos de IMRT**
- **Equipamiento disponible en el mercado presenta diferencias en sus resultados para una misma prueba de rendimiento de control de calidad paciente-específico de IMRT**
- **Se recomiendan límites de tolerancia y límites de acción universales para los controles de calidad paciente-específicos de IMRT**
- **Se recomiendan cursos de acción para resultados fuera de estos límites o con una tendencia hacia estos.**