Mapeo anatómico para la localización de órganos radiosensibles en procedimientos de radiología intervencionista por medio de tomografía axial computarizada

J. Zeferino Serrano[1] y T. Rivera Montalvo[2]

[1]*Hospital Central Militar , Av. Periférico esq. Ejercito Nacional s/n, Colonia Lomas de Sotelo, 11200 México D. F.*
[2] *Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.*

Resumen
El presente trabajo de investigación muestra la localización de los órganos mas radiosensibles que tiene el cuerpo humano y que intervienen directamente en los procedimientos de radiología intervencionista, todo ello con la finalidad de conocer mediante dosimetría física, la dosis absorbida que tiene cada uno de los órganos involucrados en cada procedimiento y de esta forma conocer la distribución de dosis en los pacientes cuando están expuestos a la radiación ionizante.

Introducción
En radiología intervencionista los pacientes se ven sometidos a bajas técnicas radiológicas pero elevados tiempos de exposición y esto implica una irradiación al paciente mucho mayor en comparación con cualquier estudio radiológico.
El cuerpo humano esta constituido por diferentes órganos y sistemas, cada organo tiene una diferente radiosensibilidad de acuerdo al tejido con el que esta constituido. La radiosensibilidad de los órgano esta en función del estado metabólico de las células que lo conforman, las células mas radiosensibles son la células que aun no están diferenciadas, que tiene mayor proliferación celular y una división celular mas acelerada, sin embargo cada órgano tiene diferente respuesta a la radiación y esta respuesta depende directamente de factores físicos específicamente, factores como la transferencia lineal de energía (LET) ,la efectividad biología relativa (RBE) y el fraccionamiento de la dosis suministrada, a si mismo intervienen factores biológicos como la relación de`potenciación del oxigeno, la edad, el sexo y la racuperacion celular.
A los órganos mas radiosensibles se le asocia con un factor de ponderación , cuando el individuo es irradiado a cuerpo total este factor de ponderación determina la proporción de dosis equivalente efectiva que recibió cada órgano irradiado acorde a respectiva radiosensibilidad.
La finalidad de este trabajo de investigación es localizar los órganos mas radiosensibles que están involucrados en cada procedimiento de radiología intervencionista específicamente en los procedimientos de angioplastia coronaria c/stent, colocación de catéter doble “J” ,biopsia hepatica transyugular, embolizacion transcateter y mediante la tomografía computarizada realizar un mapeo anatómico localizando los órganos radiosensibles en un fantoma antropomórfico phantom “Rando” (Figura 1), con la finalidad de conocer la dosis absorbida por cada órgano en cada procedimiento.

Figura 1. Fantoma antropomórfico “Rando”

Procedimiento Experimental
Se estudiaron alrededor de cuatro procedimientos de radiología intervencionista de los cuales se analizaron los protocolos médicos de cada procedimiento con la finalidad de localizar las zonas de irradiación y determinar los órganos involucrados para cada procedimiento acorde a la posición de cada paciente.
Con la utilización del simulador virtual del servicio de radioterapia de Hospital Central Militar fue posible localizar los órganos de interés en cada procedimiento donde se encontraron las dimensiones de cada órgano y la posición en la que se encuentra cada uno de ellos por medio de topogramas y reconstrucciones tridimensionales dando como resultado una vista axial, sagital y coronal del cuerpo entero (Figura 2).

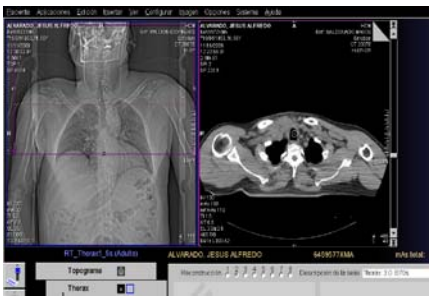

Figura 2. Corte coronal y axial en estudio de TC

Las mediciones se realizaron tomando como referencias anatómicas a la estructura osea del cuerpo humano, ya identificados los órganos de interés en su totalidad se localizaron con apoyo del simulador virtual en el fantoma antropomórfico , realizando los topogramas y las reconstrucciones tridimensionales correspondientes pero ahora con el fantoma (Figura 4), por ultimo se registro que

rebanadas del fantoma correspondían a cada órgano de interés y a que distancia acorde a la referencia anatómica tomada en los estudios anteriores.

Figura 3. Topograma y reconstrucción del fantoma "Rando"

Resultados y Análisis

Para el mapeo anatómico una cuestión importante a considerar es la posición del paciente y la región de irradiación como se muestra en la Tabla 1, ya que de esta manera se puede conocer que órganos estarán involucrados en cada procedimiento.

Tabla 1. Posiciones quirúrgicas y zonas de irradiación en procedimientos de radiología intervencionista.

Procedimiento radiológico	Posición quirúrgica	Region de irradiación
Colocación de catéter doble J	Decúbito supino	Abdomen y pelvis
Biopsia hepatica transyugular	Decúbito supino	Cabeza, tórax
Angioplastia coronaria c/stent	Decúbito supino	Tórax
Embolizacion transcateter	Decúbito supino	Tórax, abdomen y pelvis

Al conocer las regiones de irradiación en cada procedimiento se determino los órganos radiosencibles en cada región de irradiación como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2.Organos radiosensibles en las regiones de irradiación .

Cabeza	Tiroides
Tórax	Pulmones, esófago y medula espinal
Abdomen	Medula espinal, hígado y colon
Pelvis	Recto, gónadas y colon

De la tabla 3 se observa la ubicación de cada órgano respecto a una referencia anatómica acorde a cada procedimiento radiológico, muestra la distancia a la que se encuentra cada órgano respecto a una referencia anatómica establecida .Al seccionar el fantoma se toman las referencias de los órganos encontrados y se procede seleccionar las rebanadas en donde serán colocados los dosímetros termoluminicsentes para determinar la dosis que llega a estos órganos.

* Tabla 3. Localización de órganos radiosensibles acorde a cada procedimiento de radiología intervencionista

Procedimiento radiológico	Órganos radiosensibles involucrados		Referencia anatómica	Distancia (cm)		
				x	y	z
Colocación de catéter doble "J"	Medula espinal		Columna vertebral	--	--	--
	Hígado	Lóbulo inferior	Lv3	-12.7	--	3.6
		Lóbulo superior	Tv11	-4.5	--	4.2
	Colon	Ascendente	Lv5	-4.5	--	4.3
		Descendente	Lv5	3.5	--	3.5
		Transversal	Sacro	--	18.0	--
	Recto		Sinfisis del pubis	--	-2.8	--
	Gónadas(masculino)		Sacro	--	-7.2	10.7
Biopsia hepatica transyugular	Medula espinal		Columna vertebral	--	--	--
	Tiroides		Cv6	--	2.0	--
	Pulmón	Derecho	Tv1-Tv12	1.5	--	--
		Izquierdo	Tv1-Tv12	-1.5	--	--
	Esófago		Cv6	--	--	1.0
	Hígado	Lóbulo inferior	Lv 3	-12.7	--	3.6
		Lóbulo superior	Tv 11	-4.5	--	4.2
Angioplastia coronaria c/stent	Pulmón	Derecho	Tv1-Tv12	1.5	--	--
		Izquierdo	Tv1-Tv12	-1.5	--	--
	Esófago		Cv6	--	--	1.0
	Medula espinal		Columna vertebral	--	--	--
Embolizacion transcateter	Medula espinal		Columna vertebral	--	--	--
	Hígado	Lóbulo inferior	Lv3	-12.7	--	3.6
		Lóbulo superior	Tv11	-4.5	--	4.2
	Colon	Ascendente	Lv5	-4.5	--	4.3
		Descendente	Lv5	3.5	--	3.5
		Transversal	Sacro	--	18.0	--
	Recto		Sinfisis del pubis	--	-2.8	--
	Gónadas(masculino)		Sacro	--	-7.2	10.7
	Tiroides		Cv6	--	2.0	--
	Pulmón	Derecho	Tv1-Tv12	1.5	--	--
		Izquierdo	Tv1-Tv12	-1.5	--	--

*Referencia: plano (x,y) vista coronal al cuerpo en posición decúbito supino

Conclusiones

En presente trabajo de investigación presto un mapeo anatómico para la localización de los órganos mas radiosensibles en los procedimientos de radiología intervencionista mediante la utilización del fantoma antropomórfico y el sistema de simulación virtual con lo que logro tener una mayor precisión al momento de localizar los órganos antes mencionados y con ello se espera tener una mayor precisión en la determinación de dosis absorbida en los órganos críticos para cada procedimiento de radiología intervencionista.

Referencias

[1] P.W. Ballinger. *Merril`s Atlas of Radiografic Positons and Radiologic Procedures* (Harcourt 2001).

[2] H.Cember, *Introduction to Health Physics* (McGraw-Hill, New York, 1996).

[3] E.J.Hall, *Radiobiology for the radiologist(Lippincott Williams&Wilkins,200)*