

Tomografía en Medicina Nuclear

Mariana Levi de Cabrejas

Licenciada en Física

Jefa del grupo Instrumentación e Imágenes.
Radiobiología, Comisión Nacional de Energía
Atómica.

Co-directora de la Maestría en Física Médica,
Fac. Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
Profesora de Medicina Nuclear de la Maestría
de Física Médica.

BIBLIOTECA
LEO FALCON

Indice

PREFACIO	7	4.3.4 Filtros	80
CAPITULO 1		4.3.4.1 Transformada de Fourier y frecuencia espacial.....	80
Introducción a la tomografía en Medicina nuclear:		4.3.4.2 Filtrado en el dominio espacial	84
SPECT y PET	9	4.3.4.3 Filtrado en el dominio de frecuencias.....	86
Bibliografía	11	4.3.4.3.1 Filtros pasa bajos.....	87
		4.3.4.3.2 Filtros de restauración.....	91
CAPITULO 2		4.4 Uso de filtros	92
Instrumentación. Parámetros característicos	13	4.5 Factores que afectan la calidad de la imagen.....	93
2.1 Descripción del Sistema SPECT	15	4.5.1 Tamaño de pixel en las proyecciones	93
2.1.1 Cabezal Detector	20	4.5.2 Incremento angular	94
2.1.2 Colimadores	21	4.5.3 Ruido	94
2.1.3 Espectrómetro	29	4.5.4 Resolución Espacial	95
2.1.4 Comilla	30	4.5.5 Otros factores que afectan la calidad de la imagen	95
2.1.5 Órbita del cabezal alrededor del paciente	30	4.6 Reconstrucción iterativa	96
2.2 Parámetros Característicos del Sistema Spect	32	Bibliografía	100
2.2.1 Resolución de Energías	32		
2.2.2 Resolución Espacial	34	CAPITULO 5	
2.2.3 Uniformidad de respuesta	35	Cuantificación de las imágenes de SPECT	103
2.2.4 Sensibilidad	37	5.1 Precisión en las determinaciones de actividad	104
2.2.5 Linealidad espacial	37	5.2 Factores que afectan la cuantificación.....	105
2.2.6 Alineación Mecánica. Electrónica y Digital: Centro de Rotación	39	5.2.1 Atenuación	105
Bibliografía	41	5.2.2 Radiación disperso	110
		5.2.3 Efecto del Volumen parcial	113
CAPITULO 3		5.3 Cuantificación de casos especiales	114
Computadoras en medicina nuclear	43	5.3.1 Cuantificación de las imágenes de perfusión miocárdica	115
3.1 Captura y Observación de Imágenes en Computadoras	43	5.3.1.1 SPECT Gaillado	117
3.2 Bits, Bytes y Words	44	5.3.1.2 Representación de resultados cuantitativos	119
3.3 Tamaño de Matriz y Memoria Necesaria.	48	5.3.4 Detección de defectos	12
3.4 Estudios Dinámicos	52	Bibliografía	122
3.5 Computadoras Personales y Estaciones de Trabajo	53		
3.5.1 Estaciones de Trabajo (Workstation) J	53	CAPITULO 6	
3.5.2 Estaciones de trabajo en Red	53	Tomografía de Positrones con sistemas SPECT	125
3.5.3 Redes con fibra óptica.....	55	6.1 Detección de Fotones de 511keV con Cristales de NaI	127
3.5.4 Discos ópticos, discos magneto- ópticos y cintas magnéticas	55	6.2 SPECT de Altas Energías	127
3.6 Lenguajes de Programación en el Procesamiento de Imágenes Digitales	56	6.2.1 Colimadores para 511 keV	128
3.7 Procesamiento de Imágenes en el Espacio Real	57	6.3 Cámaras Gamma de Coincidencias	129
3.7.1 Reducción de fondo	58	6.3.1 Instrumentación y principios físicos	129
3.7.2 Operación de complementación.....	60	6.3.2 Resolución	131
3.7.3 Ampliación de contraste	60	6.3.3 Sensibilidad vs. Contraste.....	131
3.7.4 Binarización	62	6.3.4 Señal/Ruido NEC	132
3.7.5 Normalización	62	6.3.5 Adquisición y Reconstrucción 3D	133
3.8 Filtros Espaciales	62	6.3.6 "Pulse Clipping"	134
3.8.1 Filtros de promedios y de medianos.	63	6.3.7 Modo Lista & Rebinning	135
3.9 Detección de Bordes	65	6.3.8 Métodos de Reconstrucción Iterativa.....	135
3.9.1 Filtros de gradientes	65	6.3.9 Septa de Alta energía	136
3.9.2 Filtros de detección de bordes. El laplaciano (segunda derivado).	67	6.3.10 Corrección de atenuación	137
Bibliografía	70	6.4 Aplicaciones Clínicas	138
		6.5 Discusión	139
CAPITULO 4		Bibliografía	140
Adquisición y procesamiento	71		
4.1 Principios de Reconstrucción Tomográfica	71	CAPITULO 7	
4.2 Adquisición de los datos básicos	74	Garantía de calidad	143
4.3 Reconstrucción por el método de la Retroproyección filtrada	76	7.1 Teoría	144
4.3.1 Sinograma	76	1.2 Test de Aceptación y Controles Periódicos	145
4.3.2 Retroproyección	77	7.3 Ensayos: Verificación de las características de operación	146
4.3.3 Retroproyección filtrada	78	7.3.1 Condiciones mecánicas de, Cabezal detector	146
		7.3.2 Alineación de los cabezales	150
		7.3.3 Corrección de Uniformidad	15
		7.3.4 Tamaño de Pixel	152
		7.3.5 Resolución Tomográfica	153
		7.3.6 Uniformidad Tomográfica	154

7.3.7 Contraste Tomográfico	155
7.4 Condiciones de Medición	156
7.5 Parámetros de Reconstrucción	157
Bibliografía	157

CAPITULO 8

Radiofarmacia	165
8.1 Radiofármacos	166
8.2 Desarrollo de un radiofármaco	166
8.2.1 Elección de radionucleído: <<<<<<	167
8.2.2 Elección de la forma química <<<<<<	168
8.3 Producción de radionucleidos	168
8.3.1 Generadores de Radionucleidos	169
8.3.2 Generador de ^{99m} Tc	169
8.3.3 Otros Generadores	170
X.4 Radionucleidos en Medicina Nuclear	171
X.5 Propiedades del Tecnecio	171
8.5.1 Preparación de Radiofármacos de ^{99m} Tc	172
8.6 Radiofármacos de ^{99m} Tc	173
8.7 Radiofármacos de Yodo	174
8.8 Emisores de positrones	175
8.9 Forma física y administración de los radiofármacos	176
8.10 Mecanismos de localización de los radiofármacos	177
8.10.1 Mecanismos sustratos No Específicos:	177
8.10.2 Mecanismo Sustrato Específico:	178
8.11 Aplicaciones de los radiofármacos en medicina nuclear	179
8.11.1 Evaluación del sistema nervioso central	179
8.11.2 Radiofármacos para imágenes cardiovasculares	181
8.11.3 Evaluación de la función pulmonar	183
8.11.4 Radiofármacos utilizados en el estudio renal	184
8.11.5 Radiofármacos utilizados en el estudio óseo	185
8.11.6 Radiofármacos en el diagnóstico de los procesos inflamatorio infecciosos	186
8.12 Radiofármacos en terapia	189
8.12.1 Propiedades de los radionucleidos terapéuticos. Criterios de Selección	189
8.12.2 Terapia Tumoral: Radiobioconjugados	191
8.12.3 Terapia paliativa del dolor	191
8.12.4 Radiofármacos utilizados en Terapia Tumoral y Terapia paliativa del dolor	192

8.12.5 Terapia no-oncológica	193
Bibliografía	194

CAPITULO 9

Tomografía por emisión de positrones	195
9.1 Emisión b ⁺ y detección en coincidencias	196
9.2 Detección encoincidencias <<<<<<	197
9.3 Evolución de los tomógrafos por emisión de positrones.	198
9.4 Sistemas de detección.	201
9.5 Líneas de respuesta.	203
9.6 Corrección de los sinogramas.....	206
9.7 Reconstrucción de imágenes.....	207
9.7.1. Retroproyección filtrada 2D: caso continuo.....	207
9.7.2 Retroproyección filtrada 2D: caso discreto.....	209
9.7.3 Retroproyección filtrada 3D: caso continuo.....	210
9.7.4 Retroproyección filtrada 3D: caso discreto.....	214
9.8. Aplicaciones de PET.....	216
Bibliografía.....	218

CAPITULO 10

Protocolos de SPECT	221
10.1 Cerebro	222
10.1.1 SPECT de perfusión cerebral	222
10.1.1.2 SPECT Cerebral para Valoración de Actividad Metabólica Tumoral.	224
10.2 SPECT Cardiológico	226
10.2.1 SPECT de perfusión miocárdica con ^{99m} Tc-MIBI	226
10.2.2 SPECT de perfusión miocárdica con ²⁰¹ Tl.	229
10.3 SPECT Pulmonar	232
10.3.1 SPECT pulmonar de perfusión	232
10.4 SPECT de Mama.....	234
10.5 SPECT Hepático	236
10.5.1 SPECT hepático	236
10.5.2 SPECT del pool sanguíneo hepático.	238
10.6 SPECT Renal	240
10.7 SPECT Óseo	242
10.8 Tomoinmunoceutelografía	244
10.9 SPECT con ⁶⁷ Galio-citrato	246

Este libro, originado en el grupo Instrumentación e Imágenes -Radiobiología, de la Comisión Nacional de Energía Atómica-, para cumplir con un proyecto del Comité de Instrumentación y Garantía de Calidad de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN), fue pensado como una contribución al entrenamiento y ala difusión de los métodos tomográficos de diagnóstico por imágenes en Medicina Nuclear. Su principal objetivo es brindar información a profesionales y técnicos cualquiera sea su experiencia y antigüedad en este campo.

El tema específico es la Tomografía en Medicina Nuclear. Si bien la información básica de la metodología de Cámara Gamma ha sido tratada en otras publicaciones, el desarrollo vertiginoso de técnicas cada vez mas sofisticadas y de nuevos radiofármacos durante los últimos 25 años, trajo como consecuencia la necesidad de adquirir información actualizada.

Para lograr esta meta se analizó la bibliografía actualizada y se la incorporó haciéndola así accesible a los profesionales y técnicos de habla hispana, a quienes está dirigida esta obra.

Se agradece a los autores por sus contribuciones a este libro y se deja constancia del especial reconocimiento alas empresas:

ALFANUCLEAR S.A.I.yC., BACON S.A.I.C., FUESMEN, GEME S.A., RODNEY S.A., SIEMENS, TECNONUCLEAR S.A. y VECCSA S.A. que ayudaron a publicar esta obra; sin cuyo aporte esta publicación no hubiera sido posible.

Se espera que el objetivo de producir este libro: "Tomografía en Medicina Nuclear" haya sido cumplido y se haya creado una fuente de referencia en idioma español, que permita mejorar la práctica de la Medicina Nuclear.