



MENDOZA, 3 de mayo de 2024.

VISTO:

El Expediente 733/2024, donde el Instituto Balseiro somete a consideración y ratificación del Consejo Superior la Ordenanza N° 6/2024-C.A., referida a la creación y organización curricular de la **DIPLOMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO**, y

CONSIDERANDO:

Que dicha Diplomatura tiene como objetivo capacitar al físico médico para que pueda desempeñarse de manera independiente, segura y eficaz en el ámbito clínico, siguiendo los lineamientos y recomendaciones del OIEA para el entrenamiento clínico supervisado.

Que los objetivos específicos son: cubrir las recomendaciones nacionales e internacionales respecto de la formación de físicos médicos clínicamente calificados; responder a la necesidad de implementar, de manera regular y sistemática, un programa de formación asistencial para físicos médicos que brinde los conocimientos y aptitudes óptimas para desempeñarse en el ámbito médico como especialistas en física de medicina nuclear y/o de la radioterapia; entre otros.

Que, en Nota 29505/2024, obra informe técnico sobre la referida Diplomatura, en el que el Área de Diplomas y Carreras de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado analiza el proyecto presentado en el marco de lo dispuesto por la normativa vigente en materia de Diplomaturas, Ordenanza N° 2/2015-C.S. y Resolución N° 3062/2015-R.

Que en Nota 35915/2024, contenida en las presentes actuaciones, obra el visto bueno de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado y del Consejo Asesor de Posgrado.

Que la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado de este Cuerpo aconseja ratificar la Ordenanza N° 6/2024-C.A. del Instituto Balseiro.

Por ello, atento a lo expuesto, lo establecido en el Artículo 20, Inciso 14) del Estatuto Universitario, lo dictaminado por la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado y lo aprobado por este Cuerpo en sesión del 17 de abril de 2024,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Crear, en el ámbito del Instituto Balseiro, la DIPLOMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO.

ARTÍCULO 2°.- Ratificar la Ordenanza N° 6/2024-C.A. del Instituto Balseiro, que como Anexo I, con SETENTA Y SEIS (76) hojas, forma parte de la presente norma, referida a la organización curricular de la DIPLOMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO.

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _



-2-

ARTÍCULO 3°.- La presente norma, que se emite en formato digital, será reproducida con el mismo número en soporte papel.

ARTÍCULO 4°.- Comuníquese e insértese en el libro de ordenanzas del Consejo Superior.

Cont. Estelania Noelia VILLARRUEL
Secretaria General
Universidad Nacional de Cuyo

Cont. Esther Lucía SÁNCHEZ
Rectora
Universidad Nacional de Cuyo

ORDENANZA N° **33/2024** _ _ _ _ _

DIPLOMATURAS
ec_733-FÍSICA.MÉDICA IBA

ANEXO I

-1-



San Carlos de Bariloche, 16 de abril de 2024

VISTO:

La Ordenanza C.A./IB N° 9/23, obrante en Expediente N° 733/2024, por medio de la cual se aprobó la creación y organización curricular de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico", y

CONSIDERANDO:

Que, el 22 de diciembre de 2023, la Comisión Nacional de Energía Atómica ha brindado su conformidad a la creación de la citada Diplomatura (IF-2023-152035155-APN-CNEA#MEC).

Que, con posterioridad, la Universidad Nacional de Cuyo informó que en dicha ordenanza se definió incorrectamente a la mencionada diplomatura como carrera.

Que, por ende, el único cambio requerido es la mención al término "carrera" en la ordenanza correspondiente, lo cual constituye una corrección de carácter formal, no sustancial, manteniéndose invariables el resto de los términos de la ordenanza.

Por ello, atento a lo expuesto y en ejercicio de sus atribuciones:

EL CONSEJO ACADÉMICO DEL INSTITUTO BALSEIRO ORDENA:

ARTICULO 1°: Derogar la Ordenanza C.A./IB N° 9/23.

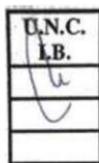
ARTICULO 2°: Solicitar al Consejo Superior de la Universidad Nacional de Cuyo que apruebe la creación de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico".

ARTICULO 3°: Aprobar la organización curricular de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico", a desarrollarse en el ámbito del Instituto Balseiro, según se detalla en el Anexo que consta de SETENTA Y CINCO (75) hojas.

ARTÍCULO 4°: Solicitar al Consejo Superior de la Universidad Nacional de Cuyo la ratificación de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 5°: Comuníquese e insértese en el libro de Ordenanzas del Consejo Académico.

ORDENANZA C.A./IB N°: 6/2024




Dr. Mariano I. Cantero
Director
Instituto Balseiro

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _



ANEXO

Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico

1. Presentación

La propuesta de Diplomatura es elaborada en conjunto por el grupo de Física Médica del Departamento de Medicina Nuclear de INTECNUS, en colaboración con la dirección del Área de Ciencias del Instituto Balseiro (IB).

El programa está en concordancia con las recientes recomendaciones del programa ARCAL del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Asociación Latinoamericana de Física Médica¹, como así también con los lineamientos de los siguientes organismos nacionales e internacionales:

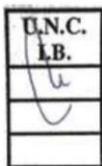
- SAFIM - Programa de Capacitación Clínica Para Físicos Especialistas en Medicina Nuclear, ISBN 978-97-25343-1-8.
- IAEA – TCS50 - Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en medicina nuclear.
- IAEA – TCS47 - Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico.
- IAEA - El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina

La diplomatura se desarrolla en modalidad presencial y está orientada a brindar una oferta de capacitación de físicos médicos clínicos a nivel internacional, sin el objetivo específico de obtener el permiso individual de la ARN.

2. Identificación del Proyecto

El proyecto está orientado a proveer a físicos médicos noveles de las competencias clínicas básicas en Física de Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico, que les permita desempeñarse sin supervisión de otro físico médico en departamentos y servicios de esta especialidad, bajo las indicaciones y aprobación del cuerpo médico.

Unidad académica: Instituto Balseiro – UNCuyo, en estrecha colaboración con el Departamento de Medicina Nuclear y Diagnóstico por Imágenes de la Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)



¹

https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/TheMedicalPhysicist/IDMP/2021/Guias_LA_Region_E&T_MedicalPhysics_ARCAL_ALFIM.pdf

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

1

ANEXO I

-3-

Responsables de la elaboración del proyecto: por INTECNUS, el Mgter. Humberto Romano, Dr. Rodolfo Alfonso, Mgter. Virginia Venier; por el Instituto Balseiro Dr. Marcelo Kuperman.

Director: Mgter. Virginia Venier

Comité Académico²:

El funcionamiento de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear será supervisado por un Comité Académico, asesor del Consejo Académico del Instituto Balseiro.

El comité mencionado anteriormente será el mismo comité asignado en la carrera de Especialización en Física Médica Clínica.

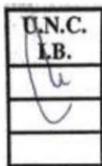
Gestión Académica: Secretaría de Posgrado de IB/UNCuyo.

Gestión Administrativa: Área de actividades académicas, INTECNUS

3. Fundamentación

Las aplicaciones de la Física en la Medicina han aumentado progresivamente, en variedad y cantidad, desde principios del Siglo XX. En el ámbito de la medicina nuclear, donde se utilizan fuentes radiactivas no selladas para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, el rol de físico médico es de gran importancia en todos los aspectos técnicos, operativos, tecnológicos, de seguridad radiológica, de aseguramiento de la calidad, de dosimetría interna, de optimización de procesos, informática médica, conectividad DICOM y calidad de imagen, entre otros. A su vez, con el advenimiento de los equipos de imágenes híbridos, la tecnología utilizada es de mayor complejidad y requiere que el físico de medicina nuclear también tenga una sólida formación en las distintas modalidades de diagnóstico por imágenes, tales como Radiología, Tomografía Computada (CT), ecografía y Resonancia Magnética (RM).

El papel del físico médico ha sido definido por diversas organizaciones internacionales, tales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Internacional de Física Médica (IOMP), y otros. Según la OIT, en su Informe sobre Clasificación Estándar Internacional de Ocupaciones ISCO 08, del año 2012, ha reconocido a la Física Médica como una profesión dentro del grupo de profesiones correspondientes a Físicos y Astrónomos, señalando que aunque estos profesionales han sido clasificados en este grupo junto a otros físicos, **los físicos médicos se consideran parte integral de la fuerza laboral en salud**, junto con aquellas ocupaciones clasificadas dentro del apartado de Profesionales de salud. Por otro lado, el OIEA en el Human Health Report N°1 del año 2010, establece que **"un físico médico calificado clínicamente (denominado también especialista en Física Médica) es un individuo**



² Conforme lo establece la Ord. 2/2015 CS acerca de la dirección académica de las diplomaturas. Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

ANEXO I

-4-

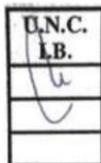
competente para ejercer profesionalmente y de manera independiente, en una o más de las especialidades de la Física Médica".

En la actualidad, el ámbito del diagnóstico y el tratamiento en medicina utiliza de manera intensiva una gran diversidad de equipamiento de muy alta tecnología. En particular, el uso de las radiaciones ionizantes en la salud humana está creciendo de manera acelerada en el mundo y en el país. Las nuevas técnicas disponibles han crecido en eficacia, seguridad y complejidad, siendo cada vez más indispensable contar con personal altamente capacitado y con capacidad de trabajo interdisciplinario.

A los fines del Plan de Estudios propuesto para esta diplomatura, se han tomado las definiciones establecidas en el documento el "*físico médico: criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina, del OIEA*", dentro de las cuales se destacan:

- a) **Físicos médicos no-clínicos**, físicos médicos que desempeñan labores docentes y de investigación académica en universidades, laboratorios de investigación, etc.
- b) **Físicos médicos clínicos**: físicos médicos que trabajan en instituciones hospitalarias o médicas, donde desempeñan labores asistenciales, docentes y de investigación, para lo cual han recibido un entrenamiento clínico supervisado en física médica.
 - a. **Físico médico clínicamente calificado (denominado también especialista en física médica)**: es un físico competente para ejercer profesionalmente y de manera independiente, en una o más de las especialidades de la física médica. Dependiendo de las modalidades de formación explicadas más adelante, obtener esta cualificación puede tomar como mínimo 3 años de entrenamiento académico y clínico posteriores al grado universitario.
 - b. **Experto en física médica**: es un físico médico clínicamente calificado que cuenta, además, con 6 años de práctica clínica en alguna unidad hospitalaria, generalmente en un área de la física médica.

El físico médico clínicamente calificado forma parte de grupos multidisciplinarios de profesionales que participan del diagnóstico y tratamiento de pacientes, garantizando la calidad, eficacia y seguridad de los procesos. Dentro de sus actividades se encuentran el diseño e implementación de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento, diseño de instrumentos e instalaciones, control de equipamiento, implementación de procedimientos de medición, protección radiológica, procesamiento de imágenes y planificación de tratamientos radiantes para ser aprobados por el médico radioterapeuta, entre otras. Esto lo hace un profesional con competencias y responsabilidades únicas en relación a los equipos, técnicas y métodos usados en la práctica clínica. Por otro lado, también participa de actividades de docencia para médicos, técnicos, enfermeros y otros miembros del personal de salud, cumpliendo en el ámbito clínico-hospitalario funciones no sólo asistenciales, sino de docencia, investigación, desarrollo, y de gestión administrativa y operativa. En resumen, el físico médico clínicamente calificado es un profesional altamente especializado, indispensable para garantizar el uso seguro y eficaz de radiaciones en la salud.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

3

ANEXO I

-5-

4. Antecedentes

Las recomendaciones internacionales y la normativa vigente de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) requieren que, para la formación de un físico médico clínicamente calificado, un profesional con carrera de grado relacionada a la física o ingeniería realice y apruebe un curso de formación teórica y luego realice una práctica clínica supervisada en un centro habilitado con un mínimo de horas establecidas. Para la certificación en Argentina, tanto los cursos teóricos como la formación práctica deben ser reconocidas y autorizadas por la ARN.

Con respecto al curso de formación teórica, se destaca que en el año 2003 el Instituto Balseiro inicia un plan de formación de posgrado en Física Médica comenzando con la creación de la carrera de Maestría en Física Médica. Para el desarrollo de esta carrera de posgrado el IB y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) firmaron en 2004 un Acta Acuerdo en el que, entre otras cosas, establecieron que el convenio tiene por objeto el "fomentar la realización de otras actividades de formación sobre el tema que pudieran servir de complementos adecuados a dicha carrera. La carrera de Maestría en Física Médica del IB es reconocida por la ARN como curso de formación teórica para físicos especialistas en medicina nuclear y radioterapia.

El área de la Física Médica cobra mayor impulso en el año 2014 cuando se establece el Plan Nacional de Medicina Nuclear promovido por el Estado Nacional, y ejecutado a través de la CNEA. En consonancia con dicho plan el Instituto Balseiro aprueba mediante Res. CA-IB 163/14 un Programa de Desarrollo para el área de la Física Médica.

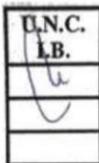
El plan de estudios de esta diplomatura avanza en línea con el Programa de Desarrollo del área de Física Médica con el fin de formar físicos médicos clínicamente calificados tanto en medicina nuclear como en radioterapia, según la orientación correspondiente.

5. Objetivos

El objetivo principal de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico es capacitar al físico médico para que pueda desempeñarse de manera independiente, segura y eficaz en el ámbito clínico, siguiendo los lineamientos y recomendaciones del OIEA para el entrenamiento clínico supervisado. Se busca de esta manera, brindar al candidato las herramientas necesarias para llevar a cabo sus tareas apropiadamente, en un campo desafiante, de gran crecimiento tecnológico, nuevas prácticas y mejores estándares de calidad. A su vez, el físico clínicamente calificado debe contar con una formación que le permita integrarse a los equipos multidisciplinarios de trabajo, requerimiento esencial para brindar un servicio de calidad. Finalizada la diplomatura se pretende que el candidato haya adquirido las herramientas básicas para desempeñarse de forma autónoma en el ámbito clínico.

Los objetivos específicos de la diplomatura son:

- Cubrir las recomendaciones nacionales e internacionales respecto de la formación de físicos médicos clínicamente calificados.
- Responder a la necesidad de implementar, de manera regular y sistemática, un programa de formación asistencial para físicos médicos que brinde los conocimientos y aptitudes óptimas para desempeñarse en el ámbito médico como especialistas en física de medicina nuclear y/o de la radioterapia.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

4

ANEXO I

-6-

- Brindar al estudiante un ambiente propicio para que pueda desarrollar sus capacidades desde la práctica, la experiencia y la participación activa en las tareas que se realizan en el servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico.
- Aportar recurso humano formado y entrenado para cubrir el déficit de físicos médicos clínicamente calificados a nivel mundial.
- Formalizar y estructurar la capacitación del físico médico clínicamente calificado, según las recomendaciones internacionales.
- Establecer un estándar de calidad en la formación de los físicos médicos.
- Dar un marco institucional y de prestigio a la capacitación, independiente de las particularidades que se puedan dar en la relación tutor - tutorado.
- Formar y posicionar al físico médico en otras temáticas más allá de las cuestiones técnicas propias del ámbito o de protección radiológica, como, por ejemplo, gestión, coordinación, relaciones humanas, investigación clínica, ética médica, entre otros.
- Ofrecer opciones para el desarrollo profesional de jóvenes físicos médicos para que puedan encontrar oportunidades de crecimiento.

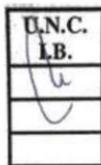
6. Destinatarios

La Diplomatura está destinada a profesionales que hayan cumplido previamente con una formación teórica, a nivel de grado o posgrado, en Física Médica, con vistas a prepararlos como físicos médicos clínicamente calificados en el campo de la Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico, quienes se podrán desempeñar de forma autónoma y segura en instituciones hospitalarias o médicas, donde realicen labores asistenciales, docentes y de investigación. Por ello, el programa se ha concebido como una formación basada en competencias.

Como profesional, el físico médico posee capacidades para identificar un problema y formular estrategias para su solución, interpretar información nueva, realizar valoraciones sensatas ante situaciones inusuales, transmitir opiniones científicas de forma clara y precisa, reconocer situaciones erróneas y tomar medidas correctivas apropiadas, y establecer sus limitaciones en conocimientos y habilidades.

El egresado de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico debe desarrollar el siguiente conjunto de competencias generales y específicas:

- Ser un profesional competente e independiente que pueda trabajar sin supervisión de otro físico médico dentro de un grupo multidisciplinario con un alto grado de profesionalidad y seguridad.
- Desarrollar capacidades para desenvolverse de modo respetuoso, ético y reservado dentro del ámbito de la salud.
- Promover y aplicar los conceptos de la protección radiológica del paciente sometido a estudios diagnóstico y/o tratamientos con radiaciones ionizantes.
- Llevar a cabo el liderazgo de la cultura de la seguridad y su correspondiente evaluación, promoviendo la mejora continua en dichas prácticas.
- Dar cumplimiento a los aspectos regulatorios en materia de seguridad radiológica y nuclear dentro del ámbito de su incumbencia.



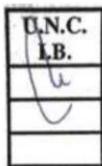
Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

5

ANEXO I

-7-

- Realizar los cálculos para el diseño y verificación de blindajes, sectorización de espacios y verificación del cumplimiento de los valores de dosis de diseño para miembros del público y trabajadores.
- Realizar la aceptación y puesta en servicio de equipos.
- Demostrar y comprender los principios de la garantía de calidad aplicada a los sistemas de cada servicio en particular.
- Asesorar respecto de la compra y actualización de equipamiento e instrumentación del área.
- Optimizar el uso de las radiaciones ionizantes para obtener un procedimiento diagnóstico o terapéutico de calidad, teniendo en cuenta la protección radiológica del paciente.
- Participar activamente en los programas de aseguramiento de la calidad implementado o por implementar. Demostrar conocimientos sobre el papel de las auditorías internas y externas, participando activamente en las mismas.
- Realizar y/o supervisar los controles de calidad del equipamiento e instrumentación correspondiente, cumpliendo con las calibraciones periódicas tanto de equipos de medición como de radioprotección, según normativas aplicables.
- Adquirir y procesar datos para asegurar la mejora continua de los procesos.
- Realizar investigación y desarrollo de relacionados a nuevas técnicas, equipos y métodos.
- Interactuar permanentemente con miembros de otras especialidades con el objetivo de mejorar la prestación asistencial y desarrollar trabajos conjuntos de investigación.
- Proveer educación y entrenamiento en física médica y protección radiológica a médicos, técnicos, enfermeras, y otros profesionales de la salud, como así también a estudiantes y personal de mantenimiento técnico.
- Apoyar los procesos de investigación clínica dentro del grupo multidisciplinario.
- Gestionar los residuos radiactivos generados en sus respectivos servicios médicos de acuerdo a normas regulatorias.
- Desarrollar tareas de docencia e investigación, colaborar en la formación, educación y entrenamiento en aspectos físicos a médicos, técnicos, enfermeros, administrativos, estudiantes y demás personal de salud, además de colaborar con trabajos de investigación de interés en el área.
- Velar por la protección radiológica en la exposición médica, participar en la investigación y reporte de incidentes, promover las buenas prácticas, elaborar y mantener actualizada la documentación requerida por la autoridad competente y cumplir los requerimientos técnicos exigidos en la documentación mandatoria.
- Realizar el análisis de las lecciones aprendidas derivadas de las prácticas realizadas.
- Realizar análisis pro-activo de los riesgos asociados a su especialidad, a fin de poder detectar sucesos iniciadores de posibles situaciones anormales, utilizando diferentes herramientas disponibles y así implementar barreras para bajar la probabilidad de ocurrencia.
- Conocer la organización y ambiente en un servicio de medicina nuclear y de diagnóstico por imágenes.
- Aplicar técnicas de dosimetría interna para diagnóstico y tratamiento.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

6

ANEXO I

-8-

- Realizar la dosimetría pre/post terapéutica en los tratamientos de medicina nuclear en los que se justifique.
- Realizar las mediciones y cálculos necesarios para determinar la dosis recibida por los pacientes en estudios de radiodiagnóstico.
- Dar apoyo médicos y técnicos en la interpretación y optimización de los aspectos relevantes de los diferentes métodos de adquisición de imágenes, como así también en la prevención de situaciones anormales que podrían tener lugar en esta práctica médica.
- Realizar el post – procesamiento de los estudios que lo requieran, con el fin de obtener información adicional de interés clínico.
- Calibrar los instrumentos de medicina nuclear para que puedan cuantificar apropiadamente la actividad de distintos radioisótopos.
- Manipular radiofármacos para la preparación de fantasmas específicos.
- Capacitar a personal de docencia e investigación en la manipulación y uso de radioisótopos.
- Elaborar especificaciones técnicas de equipos y diseño de instalaciones de medicina nuclear.
- Verificar y optimizar las prácticas según los niveles de dosis referencia (DRL's).

7. Requisitos de admisión (perfil de la audiencia)

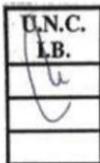
1. Poseer título de grado universitario, en una carrera con una duración mínima de 5 (cinco) años, en la que las Ciencias Físicas sean una parte esencial de la formación de grado tal como en carreras de: Ciencias Físicas, Física Médica, Bioingeniería, Ingeniería Nuclear o Electrónica u otras especialidades de la ingeniería que brinden la formación en física y matemática.
2. Poseer formación de posgrado en física médica. Los contenidos de este curso deben cumplir con lo recomendado por ARCAL/ALFIM en capítulo 2 de las "Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina" (https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/TheMedicalPhysicist/IDMP/2021/Guias_LA_Region_E&T_MedicalPhysics_ARCAL_ALFIM.pdf).
3. Aprobar un examen de conocimientos. En el caso de presentar título de Magíster en Física Médica del Instituto Balseiro (UNCu) no será obligatorio rendir el examen de ingreso, y se deberá presentar el certificado analítico de la maestría.
4. Asistir a una entrevista y presentar sus antecedentes personales.
5. Completar y aprobar el examen psicofísico correspondiente.

8. Cupo mínimo y máximo:

Mínimo: 1 por año.

Máximo: 4 por año.

El cupo se estableció en función de la disponibilidad del espacio físico en las instalaciones donde se realizará el entrenamiento supervisado y de físicos médicos expertos, como así también, por la naturaleza de la formación práctica, la cual requiere una cantidad reducida de estudiantes para aprovecharla al máximo.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

7

ANEXO I

-9-

El Comité Académico establecerá requisitos y cupo para el otorgamiento de becas completas a los alumnos, tanto de organismos nacionales como internacionales, dentro de los cuales se destaca la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), la ABEN (Asociación Boliviana de Energía Nuclear) y el FONASA (Fondo Nacional de Salud de Chile), entre otros.

9. Certificación a otorgar

Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico, otorgado por la Universidad Nacional de Cuyo.

10. Carga horaria

Consiste en un plan estructurado de módulos teóricos-prácticos, a realizar en el ámbito de un entrenamiento clínico supervisado.

El proceso de formación tendrá una duración de un año con una carga horaria de 1512 horas, de las cuales 312 hs corresponden a formación teórica y 1200 horas de formación práctica. Estas últimas representan el núcleo de la diplomatura, donde el estudiante desarrollará actividades de formación todos los días en el centro de salud.

11. Propuesta curricular

a. Asignaturas teóricas

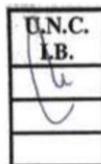
Este tramo de formación tendrá una carga total de **312 horas**. La formación teórica será de aplicación constante y directa durante el desarrollo de la formación práctica. Ambas estarán sincronizadas para lograr un armónico avance del programa de capacitación.

b. Formación práctica: Entrenamientos Clínicos Supervisados (ECS)

Consistente en módulos de **formación clínica basada en competencias**, asociados a los contenidos teóricos de la diplomatura. Estas prácticas serán desarrolladas dentro del marco de un programa estructurado de entrenamiento clínico supervisado (PEECS) en Física Médica a desarrollarse en un servicio de Medicina Nuclear habilitado por la ARN. Las actividades de ambos tramos estarán sincronizadas para lograr un óptimo aprovechamiento de las actividades de formación teórico-prácticas. Cada estudiante desarrollará sus actividades tutelado por un/a Supervisor/a, quién debe ser un experto en física médica certificado por la ARN (permiso individual vigente y renovado) en el ámbito de la Medicina Nuclear. La formación práctica tendrá una duración de **1200 horas**.

En el siguiente cuadro se presenta el listado de las asignaturas con la carga horaria correspondiente.

CODIGO	Asignaturas Teóricas	Carga horaria [hs]
T1	Conocimiento clínico	24
T2	Protección radiológica en el ámbito clínico	48



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

8

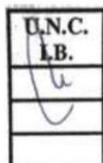
ANEXO I**-10-**

T3	Sistemas de gestión de calidad	24
T4	Informática y redes clínicas	24
T5	Bioética profesional	24
MN1	Modalidades de diagnóstico por imágenes y equipos híbridos	24
MN2	Controles de calidad del equipamiento e instrumental de medicina nuclear y radiodiagnóstico	24
MN3	Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	24
MN4	Aplicaciones clínicas de la medicina nuclear y radiodiagnóstico	24
MN5	Adquisición de equipamiento, pruebas de aceptación y puesta en servicio	24
MN6	Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	48
Total teóricas		312
CODIGO	Entrenamiento Clínico Supervisado (ECS)	Carga horaria [hs]
ECS1	Organización y ambiente en un servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico	80
ECS2	Protección radiológica	160
ECS3	Gestión de calidad	160
ECS4	Adquisición de equipos, pruebas de aceptación y puesta en servicio	200
ECS5	Control de calidad y calibración del equipamiento	300
ECS6	Modalidades de diagnóstico por imágenes	300
Total ECS		1200
Total Diplomatura		1512

12. Duración y cronograma

La Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear es una actividad académica de formación de modalidad presencial con un plan de estudio estructurado y con un esquema de prácticas que se realizará bajo la modalidad de entrenamiento clínico supervisado.

La Diplomatura en Física Médica Clínica en Medicina Nuclear tiene una duración total de 12 meses. En ese período, cada estudiante debe completar su formación teórica y la realización de un entrenamiento clínico supervisado de un año de duración. Se expone a continuación un cronograma tentativo:



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

9

ANEXO I
-11-

CRONOGRAMA DE DIPLOMATURA

Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica de Medicina Nuclear									
Código	Asignatura	Horas teoría (Clases + h. estudio)	Horas práctica	Horas totales					
					1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre	
T	Asignaturas Generales								
T1	Conocimiento clínico	24	0	24					
T2	Protección radiológica en el ámbito clínico	32	16	48					
T3	Sistemas de gestión de calidad	12	12	24					
T4	Informática y redes clínicas	8	16	24					
T5	Bioética profesional	20	4	24					
	Total	96	48	144					
MN	Asignaturas Específicas								
MN1	Modalidades de diagnóstico por imágenes y equipos híbridos	16	8	24					
MN2	Controles de calidad del equipamiento e instrumental de medicina nuclear y radiodiagnóstico	16	8	24					
MN3	Mediciones de radiactividad y dosimetría interna	16	8	24					
MN4	Aplicaciones clínicas de la medicina nuclear y radiodiagnóstico	16	8	24					
MN5	Adquisición de equipamiento, pruebas de aceptación y puesta en servicio	16	8	24					
MN6	Terapia con radionucleidos utilizando fuentes no selladas	24	24	48					
	Total	104	64	168					
	Total Asignaturas Teóricas	176	112	312					
ECS	Asignaturas Prácticas (Entrenamientos Clínicos Supervisados)								
ECS1	Organización y ambiente en un servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico		80	80					
ECS2	Protección radiológica		160	160					
ECS3	Gestión de calidad		160	160					
ECS4	Adquisición de equipos, pruebas de aceptación y puesta en servicio		200	200					
ECS5	Control de calidad y calibración del equipamiento		300	300					
ECS6	Modalidades de diagnóstico por imágenes		300	300					
	Total ECS		1200	1200					
	Total General			1512					

13. Descripción de las actividades curriculares

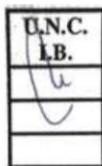
La descripción detallada de los contenidos de las asignaturas teóricas generales (código T), teóricas específicas (código MN) y los módulos de entrenamientos clínicos supervisados (código ECS) se relaciona en los Anexos 1, 2 y 3, respectivamente.

14. Formas de evaluación y requisitos de aprobación

Cada estudiante debe cursar las asignaturas correspondientes al plan de formación teórica, el cual tendrá una carga horaria total de **312 horas**. Cada asignatura será evaluada mediante un examen final. En caso de reprobación el examen final de una asignatura teórica, el estudiante deberá rendir un examen complementario, inmediatamente antes del ciclo de la asignatura siguiente. El examen complementario deberá tener características análogas a las de un examen final.

La Formación Práctica consistirá en la realización de un entrenamiento clínico supervisado en Física de Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico a desarrollarse en un Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (CMNRT), siendo INTECNUS el CMNRT de formación central para la realización del mismo en el desarrollo de la actividad. Eventualmente la formación práctica podrá realizarse y/o complementarse en otros CMNRT que establezcan un convenio con el IB a tal efecto. Cada estudiante desarrollará sus actividades tutelado por un/a Preceptor/a, quien deberá ser un profesional experto de la física médica clínica con amplia experiencia en la especialidad temática correspondiente.

La duración mínima del entrenamiento clínico supervisado será de un año correspondiendo a una carga horaria mínima de **1200 horas**. Tendrá una modalidad de



ANEXO I
-12-

evaluación continua de la práctica asistencial (mediante registro de prácticas y procedimientos, informes), y una evaluación anual teórico-práctica.

15. Características de la evaluación final

La Diplomatura se acredita mediante un Trabajo Final Integrador en el que el/la participante evidencie el logro de aprendizajes previstos.

El mismo se realiza bajo la tutoría del Preceptor/a del entrenamiento clínico supervisado, quien debe ser un profesional de la física médica clínica. El trabajo debe versar sobre alguno de los temas desarrollados a lo largo del entrenamiento clínico supervisado, buscando profundizar en el mismo a través de determinaciones prácticas o desde el punto de vista teórico. El trabajo debe ser presentado en forma de un informe y defendido oralmente. La evaluación será realizada por un panel de expertos designado por el Comité Académico de la actividad. El trabajo final integrador deberá ser presentado en un plazo máximo de un mes, a partir de la finalización de la Formación Práctica. La calificación del Trabajo Final será conforme a la escala que establezca la normativa vigente para las carreras de posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

16. Cuerpo docente

Los docentes que trabajen en la Diplomatura cumplirán con los siguientes requisitos:

1. Título de grado o de posgrado afín con el espacio curricular que desarrollará.
2. En el caso de los supervisores de los entrenamientos clínicos, experiencia certificada en aspectos físicos y clínicos de Física Médica (por ejemplo, permisos individuales de ARN).
3. Experiencia en docencia o supervisión de residentes de Física Médica; participación en proyectos de investigación relacionados con el tema.
4. Aptitud y disposición para la conformación de equipos multidisciplinares y equipos pedagógicos.
5. Manejo de las tecnologías empleadas en Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico.

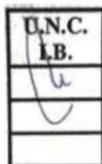
Los docentes responsables de las asignaturas teóricas y módulos de ECS pueden proponer a la dirección de la diplomatura la participación de docentes invitados para algunas actividades puntuales durante el desarrollo del programa.

17. Equipamiento requerido

Para el desarrollo de las prácticas de las asignaturas teóricas y sobre todo, los ECS, la Fundación Intecnus cuenta con el área asistencial de Medicina Nuclear y de Diagnóstico por Imágenes, conformada por los siguientes espacios físicos:

Medicina Nuclear

El servicio de Medicina Nuclear se ubica en la planta baja del edificio, sobre el sector Sudeste, el mismo se encuentra distribuido de tal manera que todas las actividades relacionadas con la Tomografía por Emisión de Positrones se realicen en el sector Norte



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

11

ANEXO I
-13-

y las tareas relacionadas con estudios planares, SPECT y tratamientos se realicen en el sector Sur.

El sector PET del servicio de medicina nuclear cuenta con:

- 5 inyectorios, uno de ellos más amplio para estudios de ergometría.
- 3 baños de uso exclusivo para pacientes.
- 1 amplia sala caliente para manipulación del material radiactivo.
- 1 sala de informes.
- 1 sala de PET/CT.
- 1 sala de PET/MR.
- Baños y vestuarios propios para el personal.
- Sistema de control de accesos.
- Circulación interna exclusiva para pacientes y personal ocupacionalmente expuesto.
- 1 oficina para residentes y becarios.

El sector MNC (Medicina Nuclear Convencional) del servicio de medicina nuclear cuenta con:

- 2 inyectorios para estudios generales con radiofármacos marcados con 99mTc.
- 1 inyectorio de ergometría para estudios cardiológicos.
- 1 cuarto tibio para administración de yodo 131.
- 1 sala de SPECT/CT.
- 1 sala caliente para manipulación del material radiactivo.
- 1 área para el desarrollo de una radiofarmacia hospitalaria.
- 1 sala de espera para pacientes con baño exclusivo.
- 1 baño para pacientes con movilidad reducida.
- Baños y vestuarios propios para el personal.
- Sistema de control de accesos.
- Circulación interna exclusiva para pacientes y personal ocupacionalmente expuesto.
- 1 oficina para residentes y becarios.

Diagnóstico por Imágenes

El servicio de diagnóstico por imágenes cuenta con varios sectores que se encuentran distribuidos en distintos espacios físicos dentro de la institución. A modo resumen, el servicio ofrece los siguientes estudios:

Ecografía general.

Ecografía mamaria.

Mamografía digital con tomosíntesis y biopsia guiada por estereotaxia.

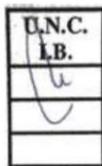
Radiología digital.

Tomografía Computada multicorte.

Resonancia magnética de alto campo de 1,5T y 3T.

Densitometría ósea.

Los servicios de ecografía se realizan en consultorios generales de la planta baja y en el Centro de la Mujer del primer piso. Los estudios de tomografía computada se realizan en los tomógrafos de los equipos híbridos de medicina nuclear y en el tomógrafo de planificación de radioterapia. La resonancia magnética de 3T se realiza en el equipo híbrido PET/MR y la de 1.5T se realiza en un equipo dedicado, ubicado al lado del



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

12

ANEXO I

-14-

SPECT/CT. Es importante destacar que los pacientes que circulan por los servicios de diagnóstico por imágenes nunca ingresan a las áreas supervisadas del sector de medicina nuclear.

Finalmente, los estudios de radiología digital se realizan en la planta baja y las mamografías y densitometrías en el Centro de la Mujer del primer piso. En la figura 2 se exponen los espacios físicos de los sectores descriptos.

Recursos para la realización de la residencia

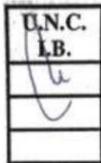
En el presente apartado se describen y detallan todos los recursos físicos, tecnológicos y humanos con los que cuenta INTECNUS para poder ofrecer una residencia completa y de alta calidad a los estudiantes de la Especialización en Física Médica Clínica.

Equipamiento principal

El equipamiento principal se describe a continuación:

- 1 Equipo híbrido GE – DISCOVERY PET/CT 710 – CT de 64 canales
- 1 Equipo híbrido GE – DISCOVERY NM/CT 670 – CT de 16 canales
- 1 Equipo híbrido GE – SIGNA PET/MR 3T – Resonador de 3T
- 1 Resonador GE – SIGNA PRIME 1.5T
- 1 Tomógrafo de planificación GE – DISCOVERY CT590 RT – CT de 16 canales
- 1 Mamógrafo digital GE – SENOGAPHE PRISTINA
- 1 Densitómetro GE – PRODIGY ADVANCE
- 1 equipo de radiología GE – XR 6000, con sistema de 2 detectores digitales directo de KONICA MINOLTA, uno para propósito general y otro para espinografías.
- 1 ARCO en C GE - OEC 9900
- 2 Ecógrafos ESAOTE MyLab 80
- 1 Ecógrafo PHILIPS Affiniti 70G.

A su vez, el departamento cuenta con todos los fantomas e instrumentos de medición necesarios para llevar adelante el plan de formación, según los estándares más actuales. Entre ellos se destacan varios sets de fantomas NEMA, fantomas de uniformidad cilíndrico, fuentes de calibración y registración, fantomas antropomórficos, electrómetros y detectores específicos para medicina nuclear y radiodiagnóstico.

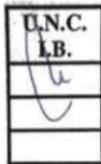


ANEXO I
-15-
ANEXOS

ANEXO 1. ASIGNATURAS (CÓDIGO T)

CODIGO T1 - CONOCIMIENTO CLÍNICO	
Objetivo	Proporcionar al alumno conocimientos y experiencia relacionados al uso de las radiaciones ionizantes en medicina.
Carga horaria	24hs. Teoría.
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Organización y ambiente de los servicios.• Roles de los diversos profesionales.• Protocolos.• Anatomía y fisiología esenciales para el físico médico.• Epidemiología y estadística médica.• Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente.

CÓDIGO T2 - PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL ÁMBITO CLÍNICO	
Objetivo	Desarrollar aptitudes fundamentales en la práctica de la protección radiológica en servicios de medicina nuclear, radiodiagnóstico y radioterapia.
Carga horaria	48hs. (32 hs. teoría, 16 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Normativa de ARN de aplicación en medicina nuclear y radioterapia.• Normativa aplicable a servicios de radiodiagnóstico.• Aplicación de los principios de la protección radiológica en instalaciones de medicina nuclear, radiodiagnóstico y radioterapia.• Monitoreo de dosis personal.• Monitoreo de área y de la contaminación superficial.• Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.• Evaluación de riesgos y asesoramiento al personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación.• Diseño de instalaciones.• Cálculo de blindajes para nuevas instalaciones.• Cultura de la Seguridad a ser aplicada en ámbito médico. Evaluación de la Cultura de seguridad en dichas prácticas



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

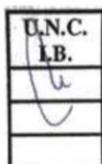
14

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I**-16-**

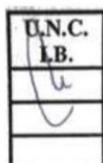
CÓDIGO T3 - SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	
Objetivo	Proporcionar al profesional conocimientos de la organización y la aplicación de un sistema general de gestión de calidad. Demostrar conocimiento del propósito, la ejecución y el análisis de una auditoría clínica.
Carga horaria	24 hs. (12 hs. teoría, 12 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Introducción a la Calidad y el Sistema de Gestión de Calidad.• Gestión, aseguramiento y controles de calidad.• Auditorías de calidad• Planificación estratégica.• Gestión operativa.• Lean en Salud

CODIGO T4. INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para operar, mejorar y mantener un sistema informático clínico, incluso redes, y manipular, analizar y procesar eficazmente los datos de imágenes médicas en distintos formatos.
Carga horaria	24 hs. (8 hs. teoría, 16 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Informática médica• Estándar DICOM• Redes y PACS• RIS (Radiology Information System)• Programación aplicada



ANEXO I**-17-**

CÓDIGO T5 – BIOÉTICA PROFESIONAL	
Objetivo	Adquirir y comprender los estándares éticos en el área de la medicina y la salud, y permitir a los físicos médicos comportarse de manera conforme a las líneas éticas de un profesional de la salud.
Carga horaria	24 hs. (20 hs. teoría, 4 hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">● Ética médica y medicina basada en evidencias.● Ética médica. Nociones.● Situaciones de controversia ética en la práctica de diagnóstico y tratamiento.● Ética en los ensayos clínicos. Consentimiento informado. Comités de ética independiente. Su función.● Ética en la financiación de proyectos de investigación. Conflicto de intereses.● Legislación vigente y documentos que regulan la ética de la investigación en seres humanos.● Nociones de medicina basada en evidencias. Aplicación a la práctica cotidiana.

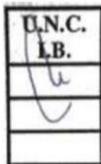


ANEXO I
-18-

ANEXO 2. ASIGNATURAS ESPECÍFICAS (CÓDIGO MN)

CÓDIGO MN1 – MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES Y EQUIPOS HÍBRIDOS	
Objetivo	Brindar al alumno conocimientos respecto de las distintas modalidades de diagnóstico por imágenes y su integración con la medicina nuclear a través de los equipos híbridos.
Carga horaria	24hs. (16hs teoría, 8hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Tomografía Computada.• Imágenes por resonancia magnética nuclear.• Radiología convencional. Radiología digital, mamografía, densitometría.• Ecografía• Principios y consideraciones equipos PET/CT• Principios y consideraciones equipos SPECT/CT• Principios y consideraciones equipos PET/MR

CÓDIGO MN2 – CONTROLES DE CALIDAD DEL EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL DE MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO	
Objetivo	Capacitar al profesional en los distintos controles de calidad realizados al equipamiento e instrumental de medicina nuclear y radiodiagnóstico.
Carga horaria	24hs. (16hs. teoría, 8hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Diseño y supervisión de un programa de control de calidad• Control de calidad del activímetro.• Control de calidad de sonda de centelleo y contador de pozo• Control de calidad de una cámara gamma y SPECT/CT• Control de calidad de equipos PET/CT• Control de calidad de equipos PET/MR• Control de calidad de dispositivos de visualización e impresión• Control de calidad de sistemas radiodiagnóstico



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

17

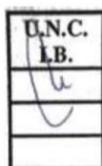
Ord. N° **33/2024** _____

ANEXO I**-19-**

CÓDIGO MN3 – MEDICIONES DE RADIATIVIDAD Y DOSIMETRÍA INTERNA	
Objetivo	Proporcionar al alumno conocimientos y aptitudes clínicas para medir la radiactividad y realizar cálculos de dosimetría interna.
Carga horaria	24hs. (16hs. teoría, 8hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de normas trazables para mediciones de radiactividad • Formalismo y aplicación de la dosimetría interna • Dosis de radiación absorbida de radiofármacos diagnósticos de medicina nuclear • Imagenología cuantitativa. • Dosimetría específica de pacientes y en el feto en mujeres embarazadas, cuando está justificada la exposición a radiaciones ionizantes. • Dosis de radiación por estudios de radiodiagnóstico.

CÓDIGO MN4. APLICACIONES CLÍNICAS DE LA MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO	
Objetivo	Proveer conocimientos respecto de las aplicaciones clínicas de la medicina nuclear y radiodiagnóstico. Conocer procesos de optimización de los protocolos clínicos.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos para aplicaciones clínicas habituales. • Artificios. • Optimización de protocolos clínicos.

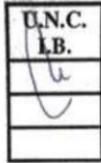
CÓDIGO MN5 – ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO	
Objetivo	Familiarizar al alumno con procedimientos destinados a la adquisición, la aceptación, las pruebas de referencia y puesta en servicio del nuevo equipo.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de equipos de medicina nuclear y ciclo de vida. • Adquisición, pruebas de aceptación y puesta en servicio de equipos de



ANEXO I
-20-

	<p>radiodiagnóstico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de aceptación del calibrador de dosis. • Pruebas de aceptación de sonda de centelleo y contador de pozo. • Pruebas de aceptación y puesta en servicio de cámaras gamma, SPECT/CT. • Pruebas de aceptación y puesta en servicio de sistemas PET/CT y PET/MR. • Calibraciones del equipamiento.
--	--

CÓDIGO MN6 – TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS UTILIZANDO FUENTES NO SELLADAS	
Objetivo	Brindar conocimientos respecto de los aspectos más relevantes para la realización de tratamientos utilizando fuentes no selladas.
Carga horaria	48hs. (24 hs. teoría, 24hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de terapias con radionucleidos • Procedimientos de tratamiento • Selección de radiofármacos para terapias en medicina nuclear • Diseño de instalaciones para terapia con radionucleidos



ANEXO I
-21-

ANEXO 3. Entrenamientos Clínicos Supervisados (CÓDIGO ECS)

ECS 1. ORGANIZACIÓN Y AMBIENTE EN UN SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR Y RADIODIAGNÓSTICO.

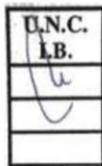
Objetivo: Adquirir habilidades para desenvolverse de manera autónoma, segura y responsable frente a los/las pacientes, entendiendo las dinámicas de los servicios de medicina nuclear y radiodiagnóstico en un entorno hospitalario.

Conceptos básicos:

- Comprender el mapa de procesos de un servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico identificando procesos principales y los de apoyo, abarcando desde la asignación del turno hasta el informe finalizado.
- Comprender la cultura organizacional del departamento y programas de garantía de la calidad.
- Habitarse a trabajar en un ambiente interdisciplinario desarrollando un lenguaje profesional y una comunicación fluida con todos los sectores que conviven en un servicio de medicina nuclear (profesionales de la medicina especialistas en medicina nuclear y en diagnóstico por imágenes y otras especialidades que concurren diariamente a los servicios para discutir estudios y plantear interrogantes) y técnicos/as, enfermeros/as, personal administrativo.
- Conocer la perspectiva médica en la interpretación de las imágenes y su calidad, e integrarla con los conceptos físico-matemáticos de la física médica.
- Desarrollar sensibilidad hacia al/la paciente y su familia, su sufrimiento, estado de ánimo y sus eventuales limitaciones para la adquisición de las imágenes, adecuando los requerimientos técnicos del estudio a dichas situaciones.

Prácticas a realizar:

- Participar en algunas sesiones de evaluación diagnóstica de los estudios, en ateneos, conferencias y demás espacios de interés clínico, en la intersección del diagnóstico por imágenes con distintas vertientes del conocimiento científico en los ambientes clínico-hospitalarios. En cada caso elaborar un informe incluyendo su punto de vista en la interpretación de los temas discutidos.
- Asistir a reuniones donde se debatan casos clínicos en los que se pongan en juego conceptos de ética médica.
- Participar, en la medida de lo posible, en la elaboración de avances en los proyectos de investigación y/o desarrollo clínico o de física médica que se lleven a cabo en el servicio.
- Participar en la organización del servicio, incluido el armado de agendas, distribución de estudios, cálculo de actividad requerida para realizar los mismos, identificar proveedores y participar de la logística de radiofármacos.
- Presenciar la dinámica de trabajo desde que el/la paciente ingresa al servicio hasta que se retira del mismo, incluyendo la administración del radiofármaco y la adquisición de las imágenes.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

20

ANEXO I
-22-

ECS 2. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

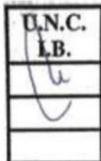
Objetivo: Desarrollar aptitudes fundamentales en la práctica de la protección radiológica en un servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico.

Aplicación de los principios de la protección radiológica

Objetivos: Demostrar conocimientos sobre la aplicación de los principios de la protección radiológica: justificación, limitación de dosis y optimización (principio ALARA) en un servicio de medicina nuclear y radiodiagnóstico, como así también conocer las guías y normativa de protección radiológica en la práctica clínica.

Conocimientos básicos:

- Repaso de conceptos de radioprotección: justificación, optimización y límite de dosis. Restricción de dosis para las instalaciones y prácticas. Dosis de referencia para estudios en pacientes.
- Normas sobre protección radiológica en medicina nuclear:
 - AR 10.6.1- SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES Y PRÁCTICAS
 - AR 10.1.1 - NORMA BÁSICA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA
 - AR 8.2.4 - USO DE FUENTES RADIATIVAS NO SELLADAS EN INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR
 - AR 10.16.1 - TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS
 - Legislación nacional y provincial aplicable al uso de equipos generadores de Rayos X.
 - Registros:
 - Dosimetría del personal
 - Licencias y registros de radiación
 - Incidentes
 - Contabilidad de materiales radiactivos, incluidos desechos.
 - Actividades administradas a pacientes.
- Recomendaciones internacionales (ej: BSS).
- Límites de dosis para las exposiciones ocupacionales y del público, y cómo verificar su cumplimiento mediante mediciones y métodos administrativos (procedimientos).
- Restricciones de dosis establecidas para el diseño de la instalación y específicamente para el personal de medicina nuclear y radiodiagnóstico.
- Criterios para diseñar el flujo de trabajo y procedimientos para minimizar la dosis de radiación del personal, los pacientes, los cuidadores en el hogar y los miembros del público.
- Situaciones en que puede ser conveniente tomar precauciones adicionales, como en el caso de pacientes lactantes o embarazadas.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

21

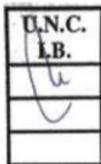
Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-23-

- Rutinas locales y hojas informativas para pacientes/acompañantes en relación a los cuidados que deben tener para disminuir las dosis recibidas por el público.

Prácticas:

- Estudiar y resumir los requisitos legales:
 - Normas AR 8.2.4, y 10.1.1, 10.6.1 y 10.16.1.
 - Normas aplicables al uso de equipos generadores de Rayos X y radiofrecuencia.
 - Incluir los requisitos relativos al uso de sistemas híbridos de imágenes de CT.
 - Límites y restricciones de dosis para trabajadores y público.
 - Monitoreo radiológico del personal ocupacionalmente expuesto.
 - Monitoreo de áreas.
 - Calibración de dispositivos.
 - Registro de instalaciones de medicina nuclear, fuentes radiactivas selladas o no selladas, aparatos de rayos X, incluidos sistemas híbridos de CT.
 - Compra de materiales radiactivos.
 - Disposición final, pérdida o robo de materiales radiactivos.
 - Gestión de residuos.
 - Investigación de accidentes de radiación y notificación de tales accidentes.
 - Exposición de seres humanos con fines de investigación.
 - Contaminación del medio ambiente. Descarga de material radiactivo al aire o al sistema cloacal.
 - Mantenimiento o destrucción de registros de radiaciones.
 - Transporte seguro de materiales radiactivos.
- Evaluar la exposición del personal durante los procedimientos diagnósticos en el servicio. Observar también las exposiciones de los miembros del público, entre ellos acompañantes y otros pacientes, incluso durante el traslado al hogar por automóvil o transporte público.
- Estimar las tasas de dosis a las que está expuesto el personal técnico durante las tareas más frecuentes (fraccionamiento, administración del radiofármaco, posicionamiento del paciente, adquisición de las imágenes, etc.).
- Redactar un informe de observaciones y recomendaciones para reducir la exposición. En el caso de posibles modificaciones que reduzcan la dosis, tener en cuenta los inconvenientes. ¿Se logra la reducción de la dosis por medios “razonables”?
- Elegir un procedimiento en que se utilice 18F. Indicar por escrito el flujo de trabajo, con inclusión de la entrega del radiofármaco, la preparación e inyección del paciente, la exploración y los movimientos del paciente. Estimar la tasa de dosis para cada ocasión de exposición. Esto puede hacerse consultando las publicaciones de interés



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

22

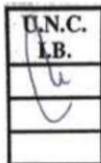
Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-24-

o tomando algunas mediciones. Se deben tener en cuenta: pacientes, acompañantes, personal y miembros del público.

- Para cada etapa del flujo de trabajo, describir y justificar prácticas razonables para minimizar la dosis de radiación, e indicar a quién se está protegiendo (por ej., el técnico, el enfermero, el paciente, el acompañante).
- Elaborar una hoja informativa para el paciente o los acompañantes con recomendaciones de prácticas para minimizar la dosis de radiación.
- Comparar las conclusiones a las que se han llegado con las recomendaciones existentes (por ej., las incluidas en el plan de seguridad y protección radiológicas del departamento). Comentar las diferencias.
- Examinar las recomendaciones de organizaciones internacionales sobre el manejo de mujeres lactantes y contrastarlas con las vigentes en el servicio y presentar una evaluación para efectuar su posible implementación.
- Clasificar los radionucleidos por tipo de emisión, energía y período de semidesintegración. Asesorar al personal técnico sobre los requisitos para la manipulación y el almacenamiento seguros de materiales radiactivos no sellados.
- En el lugar de entrenamiento, examinar el sistema actual de mantenimiento de registros relacionado con:
 - la dosimetría del personal;
 - las licencias para el uso de materiales radiactivos;
 - la notificación de incidentes;
 - la contabilidad del material radiactivo;
 - el control de inventarios y la disposición final de desechos de materiales radiactivos.
- Para cada uno de estos aspectos, considerar posibles mejoras. De ser necesario, diseñar y aplicar un sistema apropiado que facilite la determinación de posibles problemas como pérdida de fuentes, derrames reiterados, dosis excesiva a una persona en particular, etc.
- En el lugar de entrenamiento, presentar informes sobre el programa de seguridad radiológica:
 - Descripción de las funciones de toda persona que desempeñe tareas de seguridad radiológica. Trazar un diagrama de líneas de gestión y notificación.
 - Cómo se comunican e investigan los accidentes de radiación.
 - Qué sería una lectura "alta" de dosis en un dosímetro personal en medicina nuclear y qué se haría al respecto. ¿y para el caso de radiodiagnóstico?
 - Cómo se informa al personal de las cuestiones de seguridad radiológica.
 - Cómo se redactan y ponen en vigor las reglas de seguridad.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

23

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-25-

Monitoreo de dosis personal

Objetivos: conocer las distintas alternativas disponibles para el monitoreo de la dosis personal y cuáles son los requerimientos legales respecto de la verificación del cumplimiento de los límites de dosis efectiva, dosis equivalente en piel y dosis equivalente en cristalino. Comprender la importancia de la contratación de un servicio de dosimetría personal y los requerimientos con los que debe cumplir el proveedor.

Conocimientos básicos:

- Criterios de selección del prestador de dosimetría personal. Norma IRAM 14146/resolución ARN.
- Diferencias entre tecnologías de dosimetría personal (film, TLD, OSL, electrónicos, etc.).

Prácticas:

- Realizar una revisión de los reportes dosimétricos del personal de la instalación. Analizar la dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto. Compararla con las restricciones y límites de dosis. Evaluar las diferencias entre distintos trabajadores que realizan tareas similares. Establecer protocolos de trabajo. En caso de ser necesario, evaluar durante la rutina clínica las tareas que realiza el personal con lecturas por encima de lo esperado.
- Verificar el correcto almacenamiento de los dosímetros personales y la correcta asignación de dosímetros personales por área de trabajo.
- Verificar el uso correcto de dosímetros personales y de extremidades y de los cuidados para prevenir su contaminación.

Monitoreo de área y de la contaminación superficial

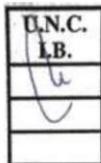
Objetivos: Poder identificar y medir fuentes de radiación en los ambientes de trabajo, supervisar los niveles de radiación y analizar los posibles riesgos.

Conocimientos básicos:

- Teoría, principios de funcionamiento, cuidados y limitaciones del Geiger-Müller (GM) y otros detectores de radiación. Curva de sensibilidad vs. energía gamma.
- Magnitudes operacionales.
- Test de contaminación superficial.
- Otros sistemas de medición: detectores de pies y manos.

Prácticas:

- Preparar un protocolo para el estudio de la exposición externa que incluya: dónde y cuándo se efectúan las mediciones, qué instrumentos se utilizan, límites de acción.
- Realizar el relevamiento de las tasas de dosis en distintos puntos del servicio de medicina nuclear: pantalla de fraccionamiento, búnker de generadores, búnker de residuos, cuartos de inyección, sala de control, pasillos, salas de espera y oficinas anexas, entre otros, utilizando un monitor portátil adecuado.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

24

Ord. Nº **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-26-

- Preparar y ejecutar un protocolo para cuantificar la contaminación superficial arrastrable, que incluya: muestras por frotis y contador de pozo (centelleo), materiales empleados, cuidados, las zonas objeto de pruebas de frotis, cómo se miden, los límites de acción.
- Realizar el relevamiento de la contaminación superficial en distintos puntos del servicio de medicina nuclear: mesada del cuarto caliente, piletas, picaportes, sillones de pacientes, camilla del SPECT o PET, pasillos, utilizando un monitor portátil adecuado. Verificar que el detector esté configurado en una escala adecuada para la medición de la contaminación superficial.
- Llevar a cabo un estudio radiológico de un servicio de medicina nuclear, que incluya:
 - inventario de los tipos y cantidades de radioisótopos y radiofármacos que ingresan en el laboratorio y todas las propiedades pertinentes (p.ej., el yodo es volátil);
 - inventario de instrumentos de medición de la radiación disponibles. Señalar las aplicaciones y limitaciones de cada instrumento;
 - inventario de fuentes selladas, manipulación, almacenamiento y ubicación; uso de monitores personales: tipo, ubicación, frecuencia de reemplazo;
 - manipulación y almacenamiento de fuentes no selladas;
 - casos específicos de esferas de 90Y y 223Ra.
- Elaborar un informe escrito sobre el estudio radiológico con recomendaciones apropiadas. Preparar documentación para información del personal.

Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación

Objetivos: Demostrar conocimiento sobre la reducción de la exposición a fuentes no selladas y cómo manejar los derrames y accidentes.

Conocimientos básicos:

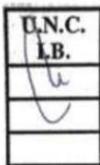
- Identificación de lugares o prácticas en los que la exposición a la radiación podría reducirse razonablemente.
- Radioprotección en radiofarmacias hospitalarias.
- Medidas para reducir el contacto no indispensable con pacientes radiactivos y otras fuentes.
- Descontaminación del personal, las máquinas y locales después de un derrame de materiales radiactivos. Acciones a tomar dependiendo del tipo de radiofármaco.
- Estimación de dosis en órganos después de la contaminación.
- Evaluación del nivel de contaminación remanente después de la descontaminación.
- Medidas para reducir la exposición debida a la contaminación residual.
- Análisis de casos de mala administración y estimaciones de dosis absorbidas.

Prácticas:

- Diseñar la capacitación para el personal de modo que pueda actuar de manera apropiada ante un derrame. Formular recomendaciones para la evaluación del

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

25



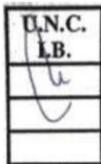
ANEXO I
-27-

personal tras un derrame. Formular recomendaciones de medidas correctivas (ej: cubrir el derrame).

- Examinar el flujo de trabajo del departamento desde el punto de vista de la seguridad radiológica:
 - recepción, almacenamiento y disposición final del material radiactivo;
 - preparación y entrega de radiofármacos;
 - procedimientos de inyección de los pacientes u otros procedimientos de administración;
 - movimientos de los pacientes antes y después de la inyección;
 - procedimientos de exploración de los pacientes.
- Realizar un estudio radiológico de las diversas zonas del departamento (cuarto caliente, zonas de espera de pacientes, salas de exploración, etc.), observando en particular:
 - la disponibilidad y el uso de los blindajes;
 - si la configuración posibilita una distancia adecuada de las fuentes;
 - si los procedimientos de trabajo posibilitan un tiempo mínimo cerca de las fuentes.
- Proponer y justificar cambios razonables de los procedimientos, la configuración o el blindaje con miras a reducir la dosis de radiación del personal, los pacientes o los miembros del público.
- Examinar publicaciones en relación con los procedimientos utilizados para estimar las dosis en órganos derivadas de la contaminación (ej.: dosis en piel).
- Señalar los radiofármacos para los cuales sería necesario adoptar medidas suplementarias a causa de un período prolongado de semidesintegración, mayor probabilidad de absorción o características biológicas negativas. En cada caso, especificar y justificar las medidas requeridas.
- Implementar un sistema de registro de los incidentes de derrames, incluidos los factores contribuyentes y las medidas para prevenir otros accidentes.
- Preparar un informe de un hipotético incidente en relación con un derrame importante de material radiactivo en el servicio (práctica de una situación anormal).
- Evaluar las condiciones de ventilación para el fraccionamiento de 131I.
- Implementar un protocolo de estimación de la actividad incorporada de 131I por parte de los trabajadores ocupacionalmente expuestos.

Evaluación de riesgos y asesoramiento al personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación

Objetivos: Demostrar conocimientos de cómo aplicar los reglamentos de protección radiológica en la práctica clínica de la medicina nuclear.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

26

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-28-

Conocimientos básicos:

- Relacionar las exposiciones ocupacionales de medicina nuclear con otros riesgos ocupacionales y con variaciones en el fondo natural.
- Evaluar el riesgo y recomendar precauciones para las mujeres que deseen seguir trabajando en medicina nuclear durante el embarazo.
- Determinar los riesgos para los pacientes de cualquier edad derivados de la exposición a la radiación asociada con sus procedimientos de medicina nuclear diagnóstica, y relacionar esos riesgos con otros riesgos clínicos.
- Tener la capacidad para comunicar el riesgo o la inexistencia de riesgos en el contexto de la dosis, la justificación y la optimización.

Prácticas:

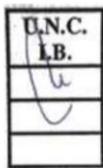
- Examinar publicaciones sobre la evaluación de riesgos y la comunicación de riesgos.
- Realizar una evaluación de riesgo de las prácticas de un servicio, determinar los factores de sensibilidad y propuestas de solución para bajar el riesgo (usar FMEA/Bowtie/Espina de pescado/What if?)
- Dar una respuesta oficial por escrito a las solicitudes de información que se indican a continuación. En cada caso, presentar una estimación de la dosis efectiva, el riesgo correspondiente, y uno o más ejemplos de una exposición comparable o un riesgo comparable
 - para un padre preocupado, cuyo hijo de nueve años ha sido remitido para una exploración renal (dosis al niño);
 - para una madre embarazada, cuyo hijo de 5 años ha sido remitido para una exploración ósea (dosis a la madre/feto);
 - para una residente embarazada que esté preocupada por su trabajo en la sala de pruebas de esfuerzo (ergometrías);
 - para un ecografista que está preocupado por la exploración que hará a un paciente de medicina nuclear;
 - para una paciente que recibió un procedimiento diagnóstico de medicina nuclear cuando no tenía conocimiento de estar embarazada en ese momento, incluso formular una observación sobre la dosis fetal, cualesquiera probables consecuencias y comparación con los riesgos normales de embarazo.

Diseño de instalaciones

Objetivos: Demostrar conocimientos sobre los requisitos generales de diseño del servicio y la clasificación de áreas (áreas supervisadas y controladas).

Contenidos:

- Diseño de zonas y especificación de requisitos de construcción adecuados para:
 - La preparación, la entrega y la administración de radiofármacos.
 - Almacenamiento de desechos radiactivos.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

27

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-29-

- Salas de adquisición de imágenes (ej.: SPECT/PET).
- Salas para internación.
- Instalaciones de CT conjuntamente con medicina nuclear.
- Zonas controladas y zonas supervisadas, descripciones dentro de un servicio de medicina nuclear. Aproximación graduada en función de la complejidad de distintos servicios.
- Evaluación del flujo del personal y pacientes dentro del servicio
- Ventilación y manejo de la contaminación. Radiotoxicidad.

Prácticas:

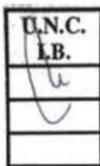
- Preparar un conjunto de especificaciones para el cuarto caliente, incluyendo:
 - Acabados superficiales: mesadas, pisos y zócalos
 - Ventilación
 - Seguridad de acceso y lugares de almacenamiento
 - Blindajes
 - Piletas
- Proponer o revisar la distribución de locales para un nuevo servicio de medicina nuclear que cuente con un sistema SPECT/CT, un sistema PET/CT, un sistema PET/MRI, un SPECT cardiológico y una sonda de captación tiroidea.
- Proponer o revisar la distribución de locales y especificaciones de superficies para un área de internación de pacientes tratados con fuentes abiertas.

Cálculo de blindajes para nuevas instalaciones

Objetivos: Adquirir conocimientos sobre el cálculo de blindajes en instalaciones de medicina nuclear.

Contenidos:

- Principios:
 - Unidades de dosis de radiación y parámetros aplicables al diseño del blindaje.
 - Radiación primaria; atenuada y no atenuada.
 - Radiación secundaria; dispersión y fuga.
 - Transmisión de radiación primaria y secundaria a través de pacientes, equipos de imágenes y barreras.
 - Modelo de Archer.
- Requisitos reglamentarios:
 - Legislación y directrices de la ARN aplicables al diseño de las instalaciones de medicina nuclear: [Recomendaciones y requisitos mínimos necesarios para la evaluación del blindaje de instalaciones PET](#) y Metodología de evaluación de una memoria de cálculo de un centro PET.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

28

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-30-

- Designación de zonas controladas y supervisadas.
- Restricciones de dosis y objetivos de diseño del blindaje.
- **Conceptos de blindaje:**
 - Barreras primarias y secundarias.
 - Carga de trabajo, factores técnicos, número de pacientes, cambios futuros en la carga de trabajo, diseño del equipo y factores de utilización.
 - Factores de ocupación y repercusión de la ocupación de zonas circundantes en el diseño del blindaje.
- **Materiales:**
 - Propiedades de atenuación de los materiales.
 - Materiales y técnicas de construcción habituales.
- **Requisitos de blindaje:**
 - Determinación de la dosis de radiación anual sin blindajes.
 - Cálculo de la atenuación requerida.
 - Especificación de los materiales requeridos.
- **Evaluación del blindaje:**
 - Supervisión visual durante la construcción.
 - Uso de radionucleidos.
 - Medición de rayos X (para SPECT/CT, PET/CT).

Prácticas a realizar:

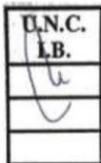
- Llevar a cabo una evaluación de la carga de trabajo, teniendo en cuenta tanto la técnica de examen como el número de pacientes.
- Determinar los factores de ocupación de las zonas circundantes de una sala PET/CT.
- Realizar el cálculo y los supuestos del blindaje para el establecimiento de sistemas PET/CT. Utilizar como guía la publicación AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements (2006).
- Evaluar el efecto en las opciones de blindaje de la ubicación y orientación del equipo.

Evaluar la eficacia del blindaje y los errores en las mediciones.

Objetivo: Adquirir habilidades para desenvolverse de manera autónoma, segura y responsable frente a los/las pacientes, entendiendo las dinámicas de los servicios de medicina nuclear en un entorno hospitalario.

Conceptos básicos:

- Comprender el mapa de procesos de un servicio de medicina nuclear identificando procesos principales y los de apoyo, abarcando desde la asignación del turno hasta el informe finalizado.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

29

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-31-

- Comprender la cultura organizacional del departamento y programas de garantía de la calidad.
- Habitarse a trabajar en un ambiente interdisciplinario desarrollando un lenguaje profesional y una comunicación fluida con todos los sectores que conviven en un servicio de medicina nuclear (profesionales de la medicina especialistas en medicina nuclear y en diagnóstico por imágenes y otras especialidades que concurren diariamente a los servicios para discutir estudios y plantear interrogantes) y técnicos/as, enfermeros/as, personal administrativo.
- Conocer la perspectiva médica en la interpretación de las imágenes y su calidad, e integrarla con los conceptos físico-matemáticos de la física médica.
- Desarrollar sensibilidad hacia al/la paciente y su familia, su sufrimiento, estado de ánimo y sus eventuales limitaciones para la adquisición de las imágenes, adecuando los requerimientos técnicos del estudio a dichas situaciones.

Prácticas a realizar:

- Participar en algunas sesiones de evaluación diagnóstica de los estudios, en ateneos, conferencias y demás espacios de interés clínico, en la intersección del diagnóstico por imágenes con distintas vertientes del conocimiento científico en los ambientes clínico-hospitalarios. En cada caso elaborar un informe incluyendo su punto de vista en la interpretación de los temas discutidos.
- Asistir a reuniones donde se debatan casos clínicos en los que se pongan en juego conceptos de ética médica.
- Participar, en la medida de lo posible, en la elaboración de avances en los proyectos de investigación y/o desarrollo clínico o de física médica que se lleven a cabo en el servicio.
- Participar en la organización del servicio, incluido el armado de agendas, distribución de estudios, cálculo de actividad requerida para realizar los mismos, identificar proveedores y participar de la logística de radiofármacos.

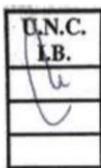
Presenciar la dinámica de trabajo desde que el/la paciente ingresa al servicio hasta que se retira del mismo, incluyendo la administración del radiofármaco y la adquisición de las imágenes.

ECS 3. GESTIÓN DE CALIDAD

Objetivos: proporcionar conocimientos de la organización y la aplicación de un sistema general de gestión de calidad.

Competencias esperadas:

- Conocimiento de la estructura de un sistema de calidad.
- Capacidad de diseñar un manual de calidad para un servicio de medicina nuclear.
- Capacidad para desarrollar y actualizar registros de controles de calidad según la estructura diseñada en los procedimientos del servicio.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

30

Ord. N° **33/2024** _____

ANEXO I
-32-

- Capacidad para aplicar y mantener los aspectos del sistema de gestión de calidad relevantes al área de física médica.
- Capacidad para programar las actividades necesarias para obtener acreditaciones o certificaciones de calidad.

Estructura del sistema de gestión de calidad

Objetivos: familiarizarse con los términos relacionados con la calidad y la seguridad.

Conocimientos básicos

- Comprensión de términos asociados a calidad: Sistema de Gestión de Calidad (SGC), calidad, auditoría, acciones correctivas, etc.
- Norma AR 10.6.1 "Sistema de gestión para la seguridad en instalaciones y prácticas".
- Auditorías de Gestión de Calidad en prácticas de Medicina Nuclear (QUANUM)³.

Prácticas a realizar

- Estudiar la estructura del manual de calidad del servicio.
- Describir la función de todos los profesionales en el sistema de calidad.
- Explicar el significado de términos pertinentes como: garantía de calidad, control de calidad, auditoría de calidad, gestión de riesgos, gestión para la seguridad en instalaciones y prácticas, gestión de recursos humanos y trazabilidad.
- Revisar las políticas de seguridad y protección radiológica establecidas en el programa de Garantía de Calidad del departamento y compararlas con la legislación nacional (ej.: AR 10.6.1)

Documentación de los procedimientos de control de calidad

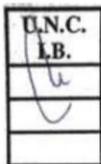
Objetivo: Desarrollar y actualizar registros de controles de calidad según la estructura diseñada en los procedimientos del servicio.

Conocimientos básicos

- Conocimiento básico de los elementos que se requieren en un sistema de calidad
- Conocimientos básicos de cómo un sistema de calidad se adapta a la práctica de la medicina nuclear.

Prácticas a realizar

- Estudio de los procedimientos de control de calidad en uso en el servicio.
- Comprobar si los documentos sobre calidad existentes están debidamente actualizados.
- Revisión del cumplimiento de las periodicidades y tolerancias establecidas de los procedimientos de control de calidad.



³ https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/PUB1923_web.pdf
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

ANEXO I
-33-

Aplicación de mejoras

Objetivo: realizar un informe analítico y proponer procedimientos o formatos para llevar a cabo mejoras recomendadas.

Conocimientos básicos

- Actualización de documentos, revisión y verificación de versiones.

Prácticas a realizar

- Aplicación de end to end tests para todas las modalidades, tecnologías y técnicas.
- Revisión de procedimientos para la realización de auditorías internas y de la participación en auditorías externas.
- Formular recomendaciones sobre cómo puede mejorarse el sistema de calidad del departamento de medicina nuclear.
- Realizar simulaciones de auditorías a partir del esquema propuesto por la IAEA para las Auditorías de Gestión de Calidad en prácticas de Medicina Nuclear (QUANUM).
- Presentar análisis de procedimientos de auditorías internas existentes en la instalación. Si se realizaron auditorías externas (tipo QUANUM), realizar análisis de resultados.

Diseño e implementación de un programa de control de calidad

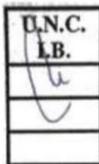
Objetivos: Conocer y gestionar todos los aspectos de un programa de control de calidad de medicina nuclear.

Conocimientos básicos

- Comprensión de términos asociados a calidad: Sistema de Gestión de Calidad (SGC), calidad, auditoría, acciones correctivas, etc.
- Norma AR 10.6.1 "Sistema de gestión para la seguridad en instalaciones y prácticas".
- Recomendaciones de los distintos organismos internacionales (IAEA, EANM, AAPM, etc.).
- Requisitos reglamentarios:
- Funciones, responsabilidades y tareas del personal que participa en el programa de CC.
- Procedimientos a seguir en caso de no conformidades.
- Gestión del conocimiento y lecciones aprendidas.
- Notificación y mantenimiento de registros.

Prácticas a realizar

- Revisión del manual de calidad de los distintos servicios y propuestas de mejora.
- Elaboración de procedimientos de control de calidad.
- Revisión de los registros de controles de calidad, verificación del cumplimiento de las periodicidades y tolerancias establecidas.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

32

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-34-

- Participación en la capacitación del personal para la realización de las pruebas de CC.
- Diseño y aplicación de un programa de CC que incluya:
 - Funciones y responsabilidades
- Descripción de las pruebas necesarias para controlar el siguiente equipamiento:
 - Activímetro
 - Contador de pozo
 - Captador tiroideo
 - Cámara gamma
 - SPECT
 - PET
 - CT
 - Monitor portátil (ej.: Geiger)
 - Frecuencias de los controles
 - Niveles de tolerancia.
 - Mantenimiento de registros.
 - Procedimiento a seguir en caso de no conformidades.

ECS 4. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

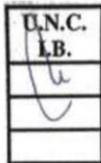
Objetivo: Familiarizarse con procedimientos destinados a la adquisición, aceptación, pruebas de referencia y la puesta en servicio de equipos.

Adquisición de equipos de medicina nuclear

Objetivos: Desarrollar la competencia necesaria para preparar especificaciones para la adquisición de nuevo equipamiento y colaborar en la gestión del mismo.

Conocimientos básicos:

- Conocimiento de temas asociados a la selección del equipo (p. ej., tecnología, funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, capacitación, servicio de mantenimiento, construcción y servicios de construcción, entrega e instalación, y procedimientos locales de compra).
- Adquirir familiaridad con los productos actuales; diferencias fundamentales en las tecnologías disponibles.
- Preparar un proyecto de acuerdo con los objetivos y características del servicio.
- Proponer la planificación de la compra del equipo y la preparación de las instalaciones:
 - Examen de los requerimientos del equipo desde el punto de vista clínico.
 - Aspectos técnicos, incluido el suministro de energía y la puesta a tierra.
 - Planificación del mantenimiento.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

33

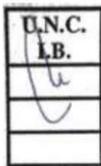
Ord. N° **33/2024** _____

ANEXO I
-35-

- Análisis de las garantías y contrato de mantenimiento.
- Limitaciones del equipo.
- Flujo de trabajo.
- Configuración de la sala y sus adyacencias.
- Volumen de trabajo y blindaje contra la radiación.
- Conocer los principios de adquisición del equipo:
 - Especificaciones técnicas.
 - Análisis de los opcionales.
 - Posibilidades de mejoras y actualizaciones (upgrade).
- Conocer el proceso de instalación del equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio:
 - Necesidad de supervisión del proceso de instalación.
 - Función de las pruebas de aceptación.
 - Función de la puesta en servicio.
- Conocer el proceso de supervisión del equipo:
 - Programa de control de calidad.
 - Servicio y mantenimiento del equipo.

Prácticas a realizar

- Analizar y comunicar las necesidades del servicio sobre:
 - tecnología del equipo;
 - funcionalidad;
 - rendimiento;
 - compatibilidad;
 - capacitación;
 - servicio de mantenimiento;
 - construcción y servicios de construcción;
 - entrega e instalación.
- Realizar:
 - una investigación de mercado sobre tecnología del equipo;
 - una evaluación de la tecnología disponible.
- Planificación de la instalación del equipo:
 - elaboración de la configuración de la sala y sus adyacencias;
 - determinación del volumen de trabajo y los requisitos de blindaje contra la radiación.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

34

ANEXO I

-36-

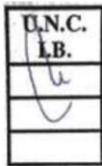
- Adquisición de equipo:
 - elaboración de especificaciones basadas en el análisis de las necesidades
 - análisis de las ofertas de los proveedores principales;
 - análisis de los opcionales y las posibilidades de mejoras y actualizaciones (upgrade);
 - comprobar que las características técnicas del equipo se ajustan a lo acordado en la compra del mismo.
- Supervisión del mantenimiento del equipo:
 - Supervisar el mantenimiento del equipo de medicina nuclear, por ejemplo:
 - Participar en la búsqueda y corrección de fallos de equipo durante un período determinado.
 - Durante un período de tiempo, actuar como punto de contacto para los fallos del equipo y de enlace con los ingenieros de mantenimiento.
 - Redactar un informe y/o presentar al responsable de física médica del servicio estudios de casos en que se señale el fallo del equipo, su causa y las mediciones de verificación requeridas para asegurar una administración de actividad exacta.
 - Conocer las diferencias entre las unidades de distintos fabricantes.
 - Realizar pruebas apropiadas después del mantenimiento, la calibración y las mejoras de los programas informáticos para garantizar la calidad de la imagen y la seguridad de los pacientes.

Pruebas de aceptación de activímetros

Objetivos: Familiarizarse con el procedimiento de las pruebas de aceptación de un nuevo activímetro.

Contenidos:

- Principios de funcionamiento del activímetro.
- Factores que afectan a la exactitud del activímetro:
 - Actividad del fondo.
 - Geometría de la fuente.
 - Posición de la fuente.
 - Actividad de la muestra.
 - Isótopo medido.
- Uso de fuentes radiactivas certificadas.
- Precisión y exactitud.
- Criterios para un rendimiento aceptable.
- Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

35

Ord. Nº **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-37-

Prácticas a realizar

- Realizar las siguientes pruebas en un activímetro:
 - Inspección física.
 - Precisión y exactitud.
 - Linealidad de la respuesta a la actividad.
 - Prueba del fondo.
 - Prueba de geometría del activímetro.

Pruebas de aceptación de cámaras gamma, SPECT y SPECT/CT

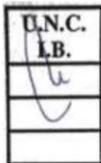
Objetivos: Familiarizarse con las pruebas de aceptación de cámaras gamma/SPECT y CT.

Contenidos:

- Normas para las pruebas de aceptación de cámaras gamma/SPECT.
- Interpretación de los resultados de las pruebas de aceptación.
- Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación.
- Conocimiento básico de la prueba de aceptación del sistema CT.
- Conocer la prueba de referencia como parte del CC.

Prácticas:

- Estudiar diversos esquemas de aceptación que se deberán realizar en un sistema de cámaras gamma antes de su puesta en servicio para determinar si la cámara cumple las especificaciones de rendimiento requeridas.
- Realizar pruebas de aceptación en un sistema SPECT:
 - Inspección mecánica.
 - Tamaño de píxel.
 - Centro de rotación (COR).
 - Uniformidad planar.
 - Uniformidad tomográfica.
 - Resolución tomográfica (aire).
 - Resolución tomográfica (dispersión).
 - Espesor de corte.
 - Uniformidad de la sensibilidad rotacional.
 - Estudio de rendimiento total (calidad de imagen).
- Elaborar un informe que indique los resultados de las pruebas de aceptación, y señalar las no conformidades (en base a las especificaciones mínimas originales de rendimiento que se posean) e indicar si el sistema debe aceptarse.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

36

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-38-

- Obtener las especificaciones pertinentes de los proveedores de las cámaras gamma y SPECT disponibles actualmente, y compararlas con el documento de especificaciones.
- Realizar la prueba de aceptación del sistema CT.

Pruebas de aceptación de equipos PET/CT y puesta en marcha

Objetivos: Familiarizarse con las pruebas de aceptación de equipos PET/CT.

Contenidos básicos:

- Normas para las pruebas de aceptación del sistema PET (NEMA NU 2-2012).
- Especificaciones del fabricante acerca del rendimiento del sistema.
- Interpretación de los resultados de la prueba de aceptación.
- Criterios sobre un rendimiento aceptable.
- Medidas apropiadas si el equipo no supera las pruebas de aceptación.
- Conocimiento básico de la prueba de aceptación del sistema CT.

Prácticas:

- Realizar una prueba de aceptación de PET según las normas NEMA NU-2 2012.
- Deberían abordarse los siguientes aspectos de rendimiento:
 - Sensibilidad.
 - Resolución espacial.
 - Coeficientes de recuperación de contraste.
 - Curva NECR, tiempo muerto y fracción dispersada.
 - Correcciones aplicadas y exactitud cuantitativa.
- Realizar la prueba de aceptación del sistema CT.
- Diseñar y describir un experimento para verificar que el escáner PET proporciona valores de concentración de actividad exactos y que se aplican adecuadamente todas las correcciones y calibraciones.

Pruebas de aceptación de sistemas detectores para medición in-vivo.

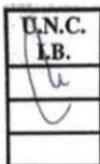
Objetivos: Familiarizarse con las pruebas de aceptación de detectores de radiación in-vivo.

Contenidos:

- Captadores tiroideos.
- Sondas gamma.
- Detectores de centelleo basados en NaI(Tl).
- Amplificadores de pulsos.
- Analizadores multicanal y de canal único.
- Tasa de conteo.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

37



Ord. Nº **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-39-

- Espectro gamma.
- Blindajes del detector.

Prácticas:

- Estudiar diversos esquemas de aceptación que se deberán realizar en sistemas de detección in-vivo antes de su puesta en servicio para determinar si el dispositivo cumple las especificaciones de rendimiento requeridas.

ECS 5. CONTROL DE CALIDAD Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPAMIENTO

Objetivos: Familiarizarse con los procedimientos de control de calidad (CC) del equipamiento de medicina nuclear.

Competencias esperadas

- Demostrar conocimiento y capacidad para describir las calibraciones del equipamiento utilizado en medicina nuclear (activímetro, PET, SPECT, cámara gamma, etc.).
- Desarrollar y monitorear un programa de control de calidad y calibraciones para cada modalidad.
- Describir los requerimientos específicos de los controles de calidad y calibraciones y sus frecuencias.
- Capacidad para realizar calibraciones y controles de calidad rutinarios.
- Comprender la relación entre las pruebas de aceptación y los controles anuales.

Control de calidad del activímetro

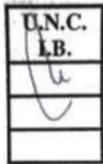
Objetivos: Demostrar competencia en todos los procedimientos de control de calidad de activímetros necesarios para garantizar mediciones exactas de actividad.

Conocimientos básicos

- Significado de los términos linealidad de la respuesta, constancia, exactitud, dependencia geométrica.
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones de CC:
 - Inspección física.
 - Comprobación y ajuste del cero.
 - Comprobación del fondo.
 - Constancia.
 - Dependencia geométrica.
 - Precisión y exactitud.
 - Linealidad de la respuesta a la actividad.
- Límites de aceptabilidad.
- Establecimiento de niveles de acción.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

38



Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-40-

- Frecuencia de comprobaciones recomendada.
- Importancia del mantenimiento de registros.
- Creación de un gráfico de control.

Prácticas a realizar

- Revisar el certificado de calibración del activímetro y comprobar las escalas calibradas.
- Revisar el registro de control de calidad del activímetro y comprobar la precisión y exactitud en distintos puntos temporales en las escalas de interés para la práctica clínica.
- Examinar los procedimientos y niveles de acción de CC de un activímetro.
- Realizar una comprobación del fondo y el cero.
- Realizar una comprobación de constancia (deriva a largo plazo).
- Efectuar una comprobación de linealidad.
- Investigar el efecto de la geometría en las lecturas de la actividad.
- Comparar la actividad medida en los frascos de vidrio y jeringas.
- Analizar problemas con la medición de los emisores beta puros (p. ej., 90Y) en calibradores estándar.

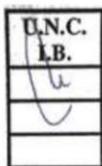
Control de calidad de contadores de pozo

Objetivos: Lograr competencia en los procedimientos de control de calidad del contador de pozo.

Conocimientos básicos

- Principios básicos de funcionamiento de los contadores de pozo.
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones de control de calidad:
 - Inspección física.
 - Calibración de energía.
 - Resolución de energía (% FWHM).
 - Sensibilidad.
 - Estadística de conteo.
 - Linealidad de la respuesta energética.
 - Tasa de fondo.
 - Linealidad de la respuesta a la actividad.
 - Ajustes preestablecidos del analizador.
- Límites de aceptación.
- Establecimiento de niveles de acción.
- Frecuencia de comprobaciones recomendada.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024



39

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-41-

- Registros.

Prácticas a realizar

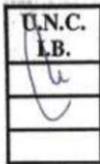
- Examinar críticamente los procedimientos de CC del contador de pozo.
- Realizar las siguientes pruebas de CC con referencia al documento IAEA TECDOC 602:
 - Inspección física.
 - Calibración de energía.
 - Resolución de energía (% FWHM).
 - Sensibilidad.
 - Precisión.
 - Linealidad de la respuesta energética.
 - Tasa de fondo.
 - Linealidad de la respuesta a la actividad.
 - Ajustes preestablecidos del analizador.
- Analizar los datos obtenidos en las pruebas anteriores y determinar si los resultados se ajustan a límites aceptables.
- Proponer medidas correctivas apropiadas si no son satisfactorios los resultados de la prueba.
- Registrar los resultados.
- Crear un gráfico de control.

Control de calidad de cámaras gamma / SPECT/CT)

Objetivos: Lograr competencia para aplicar y evaluar procedimientos de CC de sistemas SPECT y equipos híbridos SPECT/CT.

Conocimientos básicos:

- Principio de funcionamiento de cámaras gamma / SPECT.
- Influencia de los parámetros a controlar en la calidad de imagen.
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones:
 - Uniformidad planar integral y diferencial
 - Resolución espacial intrínseca y extrínseca
 - Resolución en energía
 - Centro de rotación
 - Uniformidad tomográfica
 - Sensibilidad
 - Tamaño de píxel
 - Alineación SPECT/CT



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

40

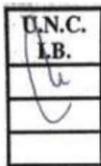
Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-42-

- Actualización de las calibraciones del sistema.
- Particularidades de las cámaras gamma portátiles.

Prácticas a realizar:

- Examinar los protocolos de CC de la cámara gamma del departamento con respecto a las recomendaciones internacionales y del fabricante.
- Redactar un informe sobre las conclusiones a las que se hayan llegado, incluyendo sugerencias, si corresponde, para lograr el cumplimiento de los requisitos mínimos de CC recomendados.
- Realizar las pruebas de CC planares que se indican a continuación, y redactar un informe sobre ellas:
 - Uniformidad planar integral y diferencial, extrínseca e intrínseca.
 - Examinar el efecto de la estadística de conteo y del tamaño de la matriz en la uniformidad diferencial e integral.
 - Resolución espacial intrínseca y extrínseca.
 - Tasa máxima de conteo / tiempo muerto.
 - Sensibilidad extrínseca para cada colimador disponible.
 - Corregistro espacial de múltiples ventanas energéticas.
- Realizar las pruebas de CC de sistemas SPECT que se indican a continuación y redactar un informe sobre ellas:
 - Medición del centro de rotación especificado por el fabricante.
 - Resolución espacial SPECT en función del radio de rotación (ROR).
 - Realizar dos adquisiciones SPECT de una fuente lineal al ROR mínimo y en un ROR de 20 cm.
 - Recopilar vistas planares en cada ROR.
 - Reconstruir las adquisiciones SPECT y calcular la resolución espacial SPECT en función del ROR.
 - Comparar la resolución SPECT con la resolución estática para cada ROR.
 - Uniformidad tomográfica:
 - Realizar una adquisición SPECT de un fantoma cilíndrico uniforme relleno con ^{99m}Tc .
 - Reconstruir los datos con corrección de la atenuación.
 - Evaluar la uniformidad del fantoma reconstruido. Describir los artefactos observados y proporcionar estimaciones cuantitativas de las no uniformidades de los cortes reconstruidos.
 - Calidad de la imagen tomográfica:
 - Realizar una adquisición SPECT de un fantoma Jaszczak relleno con ^{99m}Tc .



ANEXO I

-43-

- Comparar las imágenes reconstruidas con estudios anteriores del mismo fantoma para comprobar que el sistema ha mantenido su desempeño respecto de la uniformidad tomográfica, el contraste y la resolución espacial.
- Actualizar las siguientes calibraciones del sistema:
 - Ajuste de las ganancias de los tubos fotomultiplicadores.
 - Calibración de energía.
 - Mapas de uniformidad / sensibilidad.
 - Centro de rotación para cada modo disponible (ej.: modo L y modo H) y para cada juego de colimadores.

Control de calidad de equipos PET/CT

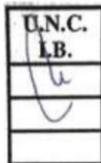
Objetivos: Lograr competencia en los procedimientos habituales de control de calidad de los sistemas PET/CT.

Conocimientos básicos:

- Principio de funcionamiento de equipos PET/CT.
- Influencia de los parámetros a controlar en la calidad de imagen.
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones:
 - Control diario de PET
 - Uniformidad tomográfica y verificación del SUV
 - Alineación PET - CT
 - Otros procedimientos sugeridos por el fabricante
- Calibraciones de ganancia, energía, posición, tiempos de coincidencia, sensibilidad y calibración cruzada con el activímetro.

Prácticas:

- Resumir por escrito los procedimientos establecidos en el servicio PET para el control de calidad habitual de PET/CT.
- Comentar por escrito las diferencias entre estos procedimientos y los especificados en el documento del OIEA titulado "Quality Assurance for PET and PET/CT Systems".
- Realizar una calibración completa de los detectores PET: ganancias, energía, posición, tiempos de coincidencia, sensibilidad y calibración cruzada con el activímetro / SUV.
- Realizar todos los procedimientos habituales de CC de PET/CT programados en el departamento durante al menos dos meses, bajo supervisión. Como mínimo: control diario, uniformidad y SUV. Redactar un informe que contenga, para cada procedimiento:
 - El objetivo del control.
 - El procedimiento para su realización, incluyendo mención de los fantasmas y posicionamiento.
 - Procedimiento para evaluar los parámetros de interés.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

42

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _



ANEXO I

-44-

- Frecuencia de realización.
- Forma de acceso a los resultados para su procesamiento.
- Resultados obtenidos e interpretación.
- Valores aceptables para el fabricante.
- Procedimiento a seguir en caso de no conformidades.

Control de calidad y calibración de monitores de radiación

Objetivos: Lograr competencia en los procedimientos habituales de control de calidad de los monitores de radiación.

Conocimientos básicos

- Principio de funcionamiento de monitores de radiación.
- Unidades de lectura.

Prácticas a realizar:

- Revisión del certificado de calibración del monitor Geiger.
- Verificar la estabilidad de las mediciones de un detector Geiger a lo largo de seis meses empleando una fuente de ^{137}Cs y una geometría de medición predeterminada.
- Coordinar la calibración de los monitores portátiles (ej.: Geiger) en el laboratorio metrológico (ej.: Centro Regional de Referencia para Dosimetría (CRRD)).

Control de calidad de captadores tiroideos

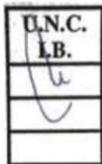
Objetivos: demostrar competencia en los procedimientos habituales de control de calidad de los monitores de radiación.

Conocimientos básicos

- Principio de funcionamiento de captadores tiroideos
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones:
 - Comprobación del fondo
 - Verificación del espectro y resolución de energía
 - Determinación de la sensibilidad
 - Reproducibilidad
 - Linealidad con respecto a la variación de la actividad / energía

Prácticas a realizar

- Revisión del procedimiento de CC del captador tiroideo.
- Realizar las pruebas de CC descritas en el procedimiento. Comparar los resultados con los valores sugeridos por el fabricante.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

43

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-45-

- Verificar el espectro gamma para una fuente de 131I y otra de 137Cs. Estimar el ancho a altura mitad del fotopico para cada caso.
- Utilizando un fantoma de cuello, determinar la sensibilidad del detector en CPM/uCi. Repetir el experimento una vez por semana, durante un mes y verificar la estabilidad de la sensibilidad.
- Determinar la tasa de conteo máxima para 131I.

Control de calidad de sondas gamma

Objetivos: demostrar competencia en los procedimientos habituales de control de calidad

de las sondas gamma (gamma probe).

Conocimientos básicos

- Principio de funcionamiento.
- Aplicaciones de las sondas gamma.
- Procedimientos para calibraciones y controles de calidad.

Prácticas a realizar

- Inspección física.
- Prueba de constancia con fuente de 57Co.
- Selectividad espacial (distribución de la sensibilidad radial a distancias definidas).
- Resolución espacial (distribución lateral).
- Sensibilidad para diferentes isótopos.
- Calidad del blindaje (penetración máxima fuera del campo de medición).
- Función del desmultiplicador de impulsos / temporizador.
- Calibración de energía.
- Resolución de energía (% FWHM).
- Precisión de recuento (prueba de chi cuadrado).
- Linealidad de la respuesta energética.
- Tasa de recuento integral del fondo.
- Linealidad de la respuesta a la actividad.
- Ajustes preestablecidos del analizador.

Control de calidad de sistemas CT

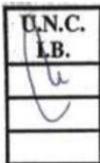
Objetivos: Lograr competencia en los procedimientos habituales de control de calidad de los sistemas CT asociados a equipos híbridos PET/CT y SPECT/CT.

Conocimientos básicos

- Principio de funcionamiento de CT.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB Nº 6/2024

44



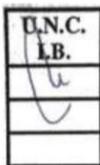
ANEXO I

-46-

- Influencia de los parámetros a controlar en la calidad de imagen.
- Procedimientos para realizar las siguientes comprobaciones:
 - Uniformidad y ruido
 - Escala de unidades de Hounsfield
 - Resolución de bajo contraste
 - Resolución de alto contraste
 - Espesor de corte
 - Verificación dosimétrica (CTDI)
 - Alineación del plano de imagen con los láseres de posicionamiento.
- Calibraciones periódicas y calentamiento del tubo.

Prácticas a realizar

- Resumir por escrito los procedimientos establecidos en el servicio para el control de calidad habitual del CT.
- Comentar por escrito las diferencias entre estos procedimientos y los especificados en el documento del OIEA titulado "Quality Assurance for PET and PET/CT Systems".
- Realizar todos los procedimientos habituales de CC de CT programados en el departamento durante al menos dos semanas, bajo supervisión. Como mínimo: ruido y uniformidad, resolución de bajo contraste, resolución de alto contraste, exactitud de las unidades de HU y espesor de corte. Redactar un informe que contenga, para cada procedimiento:
 - El objetivo del control.
 - La finalidad del procedimiento.
 - Las medidas relacionadas con la aplicación del procedimiento para su realización, incluyendo mención de los fantomas y posicionamiento.
 - Procedimiento para evaluar los parámetros de interés.
 - Qué parámetros se evalúan y cómo.
 - Frecuencia de realización.
 - Forma de acceso a los resultados para su procesamiento.
 - Dónde se almacenan los resultados y cómo puede accederse a ellos para su examen.
 - Resultados obtenidos e interpretación.
 - Qué valores se especifican como aceptables para el fabricante.
 - Procedimiento a seguir en caso de no conformidades.
- Realizar una calibración en aire de los detectores para todos los potenciales de aceleración disponibles (ej.: 80, 100, 120 y 140 kV).



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

45

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I

-47-

- Utilizando una cámara de ionización y un fantoma adecuado, realizar la verificación del índice CTDI para todos los potenciales de aceleración empleados en la clínica. Comparar las lecturas con los valores reportados por la consola de adquisición.

ECS 6. MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

Objetivos: permitir al residente familiarizarse con las distintas modalidades de diagnóstico por imágenes.

Conocimientos básicos

- Principios físicos e ingenieriles del funcionamiento de equipos de diagnóstico por imágenes:
 - Mamografía
 - Densitometría
 - Radiología intervencionista
 - Radiología diagnóstica
 - Tomografía Computada
 - Ecografía
 - Resonancia Magnética Nuclear
- Procesos involucrados en la prestación de servicios de diagnóstico por imágenes.
- Procedimientos para control de calidad del equipamiento.
- Calibraciones y mantenimiento.

Prácticas a realizar:

Organización y ambiente en un servicio de radiología

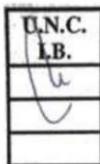
- Comprensión del flujograma desde la admisión del paciente hasta su salida del servicio de radiología.
- Revisión de la cultura organizacional del departamento y programas de garantía de la calidad.
- Observación de los protocolos clínicos establecidos para las diferentes modalidades diagnósticas.
- Revisión de los protocolos existentes para oportunidades de mejora.
- Identificación de las responsabilidades y roles de los diversos profesionales que trabajan en el servicio.
- Participación en sesiones multidisciplinarias.

Protección y seguridad radiológica

- Análisis de las políticas en materia de seguridad y protección radiológica establecidas en el
- programa de GC del departamento y su comparación con la legislación nacional, las BSS y las del ICRP

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

46

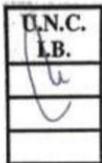


Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-48-

- Estudio de todos los documentos locales sobre protección radiológica
- Interpretación del contexto de la PR del servicio en relación con:
 - Organización local de las medidas de protección radiológica
 - Responsabilidades
 - Proceso de autorización o licenciamiento
 - Número e identidad del personal ocupacionalmente expuesto
 - Número y tipo de unidades de diagnóstico
 - Número de pacientes y la carga de trabajo para el equipamiento
 - Complejidad de los equipos y las técnicas implementadas
- Evaluar la aplicación a nivel local de las leyes, los reglamentos y las recomendaciones vigentes
- Conocimientos sobre la selección, la calibración y los principios de funcionamiento de los detectores para radio protección.
- Realización del relevamiento dosimétrico/radiológico del Servicio utilizando un equipamiento apropiado
 - Comprensión de los diversos enclavamientos (e.g., interlocks, timers) requeridos en la infraestructura y equipos para la operación segura de un equipo de radiodiagnóstico
 - Recopilación y supervisión de instrucciones de funcionamiento del Servicio pertinentes para cada equipo y las instalaciones.
 - Ejercicio de análisis de las instalaciones existentes, rutas de acceso de trabajadores, pacientes y público, flujo de trabajo y posibilidades de expansión
 - Conocimiento de los materiales de blindaje adecuados
 - Cálculos del grosor que deben tener las estructuras de blindaje
 - Comprensión de las señales y los rótulos de alerta por radiación
 - Conocimiento del equipo de seguridad auxiliar y complementario (sistema de alarma y monitorización radiológicas; mecanismos de enclavamiento de accesos y equipos, circuito cerrado de cámaras de vigilancia, etc.)
 - Conocimiento y manejo de los niveles de dosis de radiación para las diferentes para las áreas del servicio (zonas controladas, supervisadas y libres)
 - Conocimiento y manejo de la aplicación específica de los principios de protección radiológica a la exposición médica, ocupacional y del público: responsabilidades; justificación; optimización, principio ALARA
 - Conocimientos sobre los métodos que permiten reducir al mínimo la dosis en zonas de riesgo (e.g., feto, gónadas, cristalino, médula espinal, marcapasos, etc.)
 - Comprobación del cumplimiento de calibraciones de equipos de radiodiagnóstico según los protocolos adoptados por el servicio.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

47

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

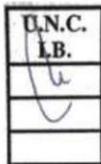
ANEXO I

-49-

- Registro de la información pertinente facilitada a los trabajadores acerca de las obligaciones y responsabilidades que deben asumir para su propia protección y la protección de los demás, incluyendo administración y mantenimiento de datos de dosímetros personales y evaluación de la exposición.
- Realización de relevamientos dosimétricos (estudios radiológicos) periódicos de todas las áreas del servicio.
- Realización de cálculos específicos para Radiología pediátrica
- Cálculos de dosis fetal
- Revisión de factores que puedan influir en una exposición imprevista o accidental, tales como:
 - Capacitación del personal
 - Manejo propio del equipo radiológico
 - Acceso y uso de equipos de protección
- Revisión de estimaciones de dosis para pacientes, feto, personal y miembros del público
- Revisión de procedimiento local para la notificación y comunicación de las exposiciones imprevistas o accidentales

Instrumentación, calibración y dosimetría

- Verificación de Coeficientes de calibración. Medición de parámetros dosimétricos. Kerma y Dosis. CTDI. Dosis de entrada. Dosis de referencia. Rendimiento.
- Comprensión de Certificados de Calibración dosimétrica
- Sensitómetro y densitómetro
- Medidores de luminancia e iluminancia
- Controles de calidad: verificaciones rutinarias
- Dosimetría para equipos de radiología diagnósticas que utilizan radiación ionizante
- Aceptación y comisionamiento de equipos que utilizan radiación ionizante y no ionizante
- Validación de los requisitos técnicos del equipo
- Definición de los valores de base de los equipos de radiodiagnóstico según sus tipologías, midiendo, los elementos de referencia, para instrumentación de radiodiagnóstico
- • Controles periódicos de equipos de radiodiagnóstico según su tipología, incluyendo toda la cadena, desde el generador hasta los receptores y visualizadores, por ejemplo:
 - La rutina de CC debe incluir todos los elementos de la cadena de imagenología: inspección visual, parámetros geométricos, parámetros del tubo y generador de



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

48

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-50-

rayos X, receptor de imagen, AEC, indicadores de rendimiento básicos (calidad de imagen y dosis de rad).

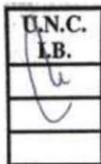
- Visualización y verificación de imágenes
- Identificar los dispositivos e instrumentos adecuados para las calibraciones y controles de calidad de los equipos de radiodiagnóstico
- Conducir los controles periódicos apropiados para cada tipología de equipo y su periodicidad
- Documentar y registrar los resultados adecuadamente, según los protocolos del servicio
- Implementar un programa de control de calidad para equipos de radiodiagnóstico
- Aplicar los protocolos locales/internacionales relativos a los equipos del servicio
- Revisión de posibles artefactos en las imágenes del servicio de radiología
- Evaluación de monitores de imágenes, incluyendo:
 - Respuesta del monitor
 - Luminancia e iluminancia
 - Uso de patrones digitales

Optimización

- Evaluación de la calidad de la imagen
- Evaluación de la dosis del paciente
- Revisión de los factores que afectan la calidad de las imágenes y sus dosis asociadas para los diferentes equipos que utilizan radiación ionizante, por ejemplo, protocolos radiográficos, sensibilidad de los detectores
- Recopilación de datos sobre la optimización de la práctica (por ejemplo, DMS)
- Optimización basada en indicaciones clínicas
- Proceso para DRL en el contexto de la optimización de la práctica
- Procedimientos especiales como pacientes pediátricos
- Revisión de los factores que afectan la calidad de las imágenes para los diferentes equipos que no utilizan radiación ionizante

Gestión de la calidad

- Profundización de términos (por ejemplo, calidad, auditoría etc.)
- Estudio de la estructura del manual de calidad del servicio
- Estudio de los procedimientos de control de calidad en uso en el servicio
- Revisión del cumplimiento de las periodicidades y tolerancias establecidas
- Aplicación de end to end tests para todas las modalidades, tecnologías y técnicas



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

49

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-51-

- Revisión de procedimientos para la realización de auditorías internas y de la participación en auditorías externas.

Especificaciones y adquisición de equipos

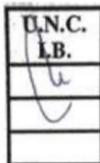
- Análisis de: carga de trabajo, número y tipología de pacientes, funcionalidad, compatibilidad y emplazamiento.
- Estudios comparativos de mercado sobre las características técnicas de los equipos y evaluación de las características requeridas en el servicio, incluyendo el servicio de mantenimiento; estudio de especificaciones para la licitación.

Conectividad

- Estudio de las normas relativas a las comunicaciones electrónicas (por ejemplo: FTP, DICOM, HL7, etc.)
- Conocimiento de los distintos tipos de bases de datos y sus aplicaciones en el ámbito clínico (por ejemplo, HIS, PACS, RIS, OIS, RVS, MIMS, sistema de gestión de incidencia (IMS)), incluidos los diversos niveles existentes en cuanto a los derechos de usuario
- Comprensión de la importancia y forma de protección de los datos personales
- Conocimiento de los soportes de almacenamiento y su utilización
- Capaz de:
 - Reconocer los datos almacenados en la historia clínica
 - Configurar los parámetros necesarios para la exportación de los estudios y/o tratamientos al almacenamiento correspondiente.

Ética profesional

- Estudio del Acuerdo de Helsinki sobre investigación clínica.
- Capaz de:
 - Aplicar principios éticos
 - Comprender el rol y responsabilidades del físico médico clínicamente calificado
 - Identificar y plantear dilemas éticos y proponer soluciones relevantes
- Principios éticos, incluyendo: beneficencia, no maleficencia, autonomía (respeto), justicia (imparcialidad), prudencia (precaución), honestidad (transparencia), rendición de cuentas, inclusión
- Física médica como profesión de salud independiente.
- Conocer los códigos de conducta existentes para profesionales de la salud (a nivel nacional e institucional).
- Actividad de capacitación continua.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

50

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-52-

MÓDULO 1 - RADIODIAGNÓSTICO: CONOCIMIENTO CLÍNICO

Objetivo: Proporcionar a los físicos médicos conocimientos y experiencia clínica relacionados con el radiodiagnóstico.

Conocimientos básicos:

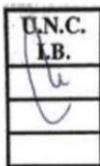
- Tipos de imágenes médicas.
- Determinar diferencias en los procesos de formación de imágenes necesarios para producir diversas imágenes médicas.
- Visualización de la anatomía típica en imágenes radiográficas de película simple o digitales y en imágenes de CT, MRI y de ultrasonido.
- Fisiología típica en imágenes de medicina nuclear y PET, u otras modalidades de imagenología dinámica, p.ej., cateterización cardíaca y flujo sanguíneo en imágenes digitales.

Prácticas a realizar:

- Examinar varios aspectos de anatomía y fisiología radiológicas con el personal médico, incluidos radiólogos, otros médicos y cirujanos, pero sin limitarse a ellos.
- Definir la anatomía en las imágenes médicas.
- Mostrar las imágenes médicas de manera apropiada, es decir, orientadas correctamente en el negatoscopio o la pantalla.
- Apreiciar la función fisiológica en imágenes de medicina nuclear y PET, u otras modalidades de imagenología dinámica, p.ej., cateterización cardíaca y flujo sanguíneo en imágenes digitales.
- Radiología:
 - Exposición a las siguientes experiencias clínicas relacionadas con los pacientes:
 - Radiología general, incluidas radiografía digital o de película estándar, mamografía y fluoroscopia.
 - Imagenología intervencionista y cardíaca.
 - Obtención de imágenes transversales, incluso de CT y MRI.
 - Ultrasonido.
 - Durante este tiempo, el residente debería:
 - Conocer la carga de pacientes para una diversidad de procedimientos diagnósticos típicos, incluidos los pacientes ambulatorios y no ambulatorios.
 - Asistir durante varias semanas a sesiones de información con distintos radiólogos en que se abarquen todas las modalidades.
 - Asistir al menos a dos reuniones de revisión clínica que abarquen cada uno de los varios sistemas orgánicos (revisión de casos).
 - Demostrar que se entiende el propósito de los procedimientos típicos.
 - Señalar los motivos para el ingreso del paciente y su estado.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

51



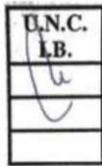
ANEXO I

-53-

- Entender por qué solo debe admitirse en la sala un bajo porcentaje de pacientes para procedimientos de diagnóstico e intervención.
- Preparar un estudio de caso de un paciente con respecto a un procedimiento complejo, como un procedimiento cardíaco.
- Ponerse en el lugar de los pacientes y analizar con ellos sus preocupaciones en cuanto a la dosis que recibirán del procedimiento y los riesgos conexos con palabras que el paciente pueda entender.
- Radiooncología:
 - Asistir a todas las fases del proceso de radioterapia, desde una simulación hasta el tratamiento del paciente.
 - Examinar las funciones de imagenología utilizadas en este proceso anterior (diagnóstico, simulación y tratamiento), se utilice la modalidad de imagenología en la radiooncología o en otra especialidad.
 - Entender las diferencias fundamentales que existen entre la terapia y la radiología en la aplicación de determinadas modalidades de imagenología.
- Medicina nuclear:
 - Observar varios procedimientos de formación de imágenes aplicados en la medicina nuclear, especialmente aquellos en que se utilizan equipos SPECT, SPECT/CT y PET/CT. Ello incluiría la asistencia a sesiones de información.
 - Conocer la función de la CT en la formación de imágenes en medicina nuclear, incluidas las medidas de optimización.
 - Conocer las diferencias entre las imágenes de medicina nuclear y las de rayos X y sus ventajas relativas.
 - Conocer las diferencias entre la medicina nuclear y la radiología con respecto a la dosimetría y la protección (pacientes y personal).
 - Conocer los procedimientos de CC utilizados en la medicina nuclear.
- Ultrasonido:
 - Observar procedimientos de formación de imágenes de ultrasonido (cuando sea éticamente posible), incluida las imágenes Doppler.
 - Conocer las diferencias entre las imágenes de ultrasonido y las de rayos X y sus ventajas relativas.
- Otros aspectos:
 - Conocer las imágenes de rayos X y observar su uso en lugares fuera del departamento de radiología, incluso quirófanos y zonas de cuidados intensivos y de emergencia.

MÓDULO 2 - RADIODIAGNÓSTICO: PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICAS

Objetivo: Proporcionar a los residentes conocimientos sobre todos los aspectos de la protección y seguridad radiológicas del personal y los miembros del público.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

52

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I

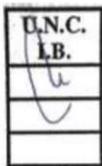
-54-

Nota 1: Las cuestiones asociadas a la protección de los pacientes se tratan en su mayoría en los módulos posteriores.

Nota 2: Algunas de las tareas que se definen en este módulo tal vez pueda realizarlas el oficial de protección radiológica. Las circunstancias locales determinarán la organización real del trabajo.

Prácticas a realizar:

- Métodos para medir la dosis personal:
 - Evaluar las ventajas relativas de distintos monitores de dosis para utilizarlos en un departamento de radiología.
 - Determinar el tipo correcto de dosímetro personal que se entregará a distintos grupos de personal (incluso mujeres embarazadas) según las diversas modalidades de imagenología.
 - Asegurar que los dosímetros se calibren debidamente a fin de garantizar una medición de dosis precisa, exacta y trazable.
 - Determinar los métodos de cálculo que se han de utilizar para la dosimetría del personal cuando no se disponga de mediciones o estas no sean aplicables.
- Uso operacional de los dosímetros personales:
 - Establecer un sistema para la entrega y recogida de dosímetros.
 - Decidir los niveles de investigación aplicables según los resultados.
 - Determinar qué grupos de personal y zonas deben ser monitorizados.
 - Decidir la frecuencia de monitorización individual y colectiva del personal.
 - Determinar el tipo de monitor (p.ej., del cuerpo entero o de las extremidades) necesario para una situación en particular.
 - Explicar la necesidad de la monitorización de dosis colectiva del personal.
- Mantenimiento de registros e investigación:
 - Establecer y aplicar procedimientos de mantenimiento de registros de los resultados de la dosimetría del personal.
 - Elaborar y aplicar procedimientos para el análisis de dosis superiores al nivel de investigación.
 - Según las circunstancias locales, efectuar la lectura de los dosímetros u obtener del proveedor los resultados de dosis.
 - Cuando proceda, calcular las dosis recibidas utilizando métodos reconocidos.
 - Proveer los resultados de la monitorización y evaluación de dosis y explicar en detalle las cuestiones de incumplimiento o alto riesgo.
 - Investigar los casos de lecturas de dosis inusuales o imprevistas.
 - Explicar la importancia de los resultados a los miembros del personal y a otro tipo de personal competente, como la administración del hospital.
- Evaluar los riesgos de instalaciones y procedimientos radiológicos:
 - Determinar posibles riesgos derivados del trabajo.



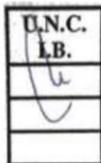
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

53

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-55-

- Indicar todas las personas que pueden quedar expuestas y cómo podrían quedar expuestas.
- Evaluar cada riesgo posible y decidir si son adecuadas las precauciones propuestas o existentes, teniendo en cuenta elementos como los siguientes:
 - Tipo de equipo de rayos X.
 - Estimaciones de tasas de dosis a las que pueda quedar expuesta una persona.
 - Resultados de la dosimetría personal para actividades similares.
 - Medidas de control técnico y de otra índole previstas o establecidas.
 - Repercusión del incumplimiento de los procedimientos y controles técnicos.
 - Opciones respecto del equipo de protección personal.
 - Reglamentos o sistemas de trabajo locales previstos o existentes.
- Determinar las medidas que deben establecerse para controlar los posibles riesgos y garantizar el cumplimiento de los reglamentos en relación con lo siguiente:
 - Necesidad de blindaje y equipo de protección personal.
 - Necesidad de monitorización de la dosis personal y ambiental.
 - Señalización.
 - Reglas, sistemas de trabajo y planes de contingencia locales.
 - Limitación del acceso a zonas designadas (controladas).
 - Protección de trabajadoras embarazadas.
 - Mantenimiento y pruebas:
 - Capacitación.
 - Dejar constancia de la evaluación.
 - Revisar la evaluación a intervalos periódicos.
 - Determinar si:
 - Existen licencias apropiadas.
 - Las funciones y responsabilidades del personal y la administración están documentadas y actualizadas, y si todos los usuarios conocen sus responsabilidades en materia de seguridad y control radiológicos.
 - Se han realizado evaluaciones de riesgos de radiación.
 - Están debidamente señaladas las zonas en que se utilizan radiaciones.
 - Están actualizados las normas, los procedimientos de protección radiológica y los sistemas de protección radiológica locales y si estos cumplen los requisitos legislativos.
 - Se ha instalado un blindaje apropiado.
 - Se ha suministrado equipo de protección personal apropiado.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

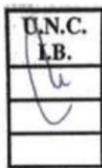
54

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-56-

- Existen los elementos de control y señales de alerta necesarios (según proceda).
- Se ha completado la capacitación pertinente del personal.
- Existen programas de educación permanente.
- Existen sistemas de dosimetría y monitorización personal.
- Se han establecido disposiciones apropiadas para las trabajadoras embarazadas.
- Se han establecido disposiciones apropiadas para cursillistas y jóvenes.
- Revisar los registros sobre:
 - El programa de dosimetría y monitorización personal.
 - Las exploraciones de dosis ambientales.
 - Los programas de garantía de calidad del equipo.
 - El examen del volumen de trabajo y el blindaje.
 - Las comprobaciones del equipo de protección personal.
- Determinar si han tenido lugar incidentes radiológicos, las medidas adoptadas para evitar al máximo que se repitan, y si se notificaron a las autoridades de reglamentación.
- En todos los casos definir y aplicar medidas para resolver deficiencias en el cumplimiento y sobre buenas prácticas.
- Asesorar sobre cuestiones prácticas para reducir la dosis del personal en una variedad de situaciones hipotéticas operacionales en:
 - Radiografía con película estándar.
 - Procedimientos fluoroscópicos.
 - Procedimientos intervencionistas.
 - Tomografía computarizada.
 - Mamografía.
- Medir las dosis de radiación alrededor del equipo radiológico para demostrar el efecto de las técnicas de reducción de dosis. Incluir la evaluación de la eficacia del equipo de protección del personal.
- Determinar técnicas de reducción de dosis de los pacientes que no coadyuvan a la reducción de dosis del personal y viceversa.
- Instruir a los usuarios de equipos de rayos X en técnicas de reducción de dosis del personal.
- Cuestiones de procedimiento y reglamentación:
 - Elaborar definiciones para la exposición imprevista o accidental a la radiación en el lugar de trabajo local teniendo en cuenta los requisitos reglamentarios.
 - Elaborar procedimientos y planes de contingencia para hacer frente a las exposiciones imprevistas o accidentales.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

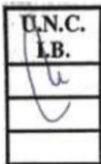
55

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-57-

- Llevar a cabo una investigación de las circunstancias de la exposición imprevista o accidental.
- Obtener información de personas involucradas en relación con las circunstancias de la exposición imprevista o accidental.
- Resolver problemas en esferas en que se carece de información o esta es incongruente.
- Determinar si el incidente es resultado de un fallo del equipo o de un error de procedimiento (o ambos).
- Precisar si una causa conexas puede haber sido los protocolos de procedimientos utilizados.
- Definir qué tipo de dosimetría debe realizarse y asegurar que se hayan obtenido los datos correctos.
- Evaluación de dosis:
 - Cuando sea necesario, efectuar mediciones para ayudar a evaluar la magnitud de la dosis recibida por alguien que haya sido afectado por la exposición imprevista o accidental.
 - Realizar cálculos para determinar la dosis recibida por alguien que haya sido afectado por la exposición imprevista o accidental.
 - Determinar el riesgo derivado de la exposición imprevista o accidental.
- Notificación:
 - Determinar si la exposición imprevista o accidental debería notificarse a un órgano regulador y, si procede, hacerlo.
 - Preparar un informe resumido que sea comprensible para los clínicos competentes y, si corresponde, para el paciente.
- Recomendaciones:
 - Formular recomendaciones sobre las medidas que se requieren para dar cumplimiento a los requisitos reglamentarios.
 - Formular recomendaciones sobre las medidas que se requieren para para minimizar la posibilidad de que se produzcan exposiciones imprevistas o accidentales en el futuro:
 - Recomendar una capacitación o readiestramiento apropiado para minimizar el riesgo de que se produzca una exposición imprevista o accidental semejante.
 - Recomendar cambios en los procedimientos.
 - Recomendar la sustitución de equipo.
 - Recomendar la adopción de medidas por parte del fabricante del equipo.
- Requisitos de información:
 - Efectuar una evaluación del volumen de trabajo – teniendo en cuenta la técnica radiográfica y el número de pacientes.



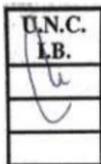
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

56

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-58-

- Determinar la ocupación de los alrededores.
 - Evaluar el efecto de la ubicación y orientación del equipo en las opciones de blindaje.
 - Especificar las barreras protectoras siguientes para una diversidad de equipos de rayos X*:
 - Paredes.
 - Ventanas.
 - Pisos y techos.
 - Puertas.
 - Pantallas y cubiertas protectoras
 - Especificar los requisitos de blindaje para otras penetraciones, p.ej., HVAC, fontanería, tomas de corriente*.
 - Especificar la ubicación y el funcionamiento de las señales de alerta (si procede)*.
 - Evaluar la eficacia del blindaje y los errores en las mediciones*.
 - Documentación:
 - Documentar el cálculo y las hipótesis de blindaje.
 - Documentar el efecto de los cambios en el volumen de trabajo, el uso del equipo, o el diseño del equipo en los requisitos de blindaje.
 - Documentar los resultados de las evaluaciones.
- * Incluir la radiografía con película estándar, la mamografía, la fluoroscopia, la tomografía computarizada, la DEXA, los centros odontológicos, las instalaciones de angiografía y las instalaciones temporales y móviles.
- Realizar una evaluación de riesgos para una instalación de MRI.
 - Redactar reglas locales modelo para una instalación de MRI.
 - Intervenir en la capacitación en materia de seguridad para el personal autorizado.
 - Definir zonas interiores y exteriores controladas en una instalación.
 - Medir los campos magnéticos estáticos, variables en el tiempo y de radiofrecuencia alrededor de un escáner de MRI.
 - Medir la magnitud de campos periféricos.
 - Examinar a pacientes y empleados para determinar la presencia de sustancias ferrosas.
 - Asesorar sobre cuestiones de seguridad de los pacientes en relación con dispositivos médicos como implantes y marcapasos.
 - Asesorar sobre la compatibilidad del equipo médico en el entorno de la MRI.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

57

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

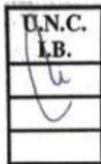
ANEXO I
-59-

MÓDULO 3 - RADIODIAGNÓSTICO: PRUEBAS DE RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE IMAGENOLOGÍA

Objetivos: Proporcionar a los residentes conocimientos y aptitudes necesarios para realizar pruebas de rendimiento en toda la gama de equipos de imagenología radiológica y equipos afines.

Prácticas a realizar:

1. Radiografía general.
 - Medición y evaluación de:
 - Alineación del haz de rayos X:
 - Exactitud de la alineación del haz de luz y el colimador.
 - Iluminancia del haz de luz.
 - Parámetros básicos del haz de rayos X:
 - Fuga radiactiva.
 - Exactitud del voltaje del tubo.
 - Exactitud del temporizador.
 - Linealidad del flujo de radiación.
 - Reproducibilidad del flujo.
 - Calidad del haz. (Capa de valor medio).
 - Parámetros de calidad de la imagen:
 - Artefactos de la rejilla.
 - Movimiento de la rejilla antidifusora.
 - Pruebas tomográficas:
 - Alto del corte tomográfico (optativo).
 - Espesor del corte tomográfico (optativo).
 - Perfil de la exposición tomográfica durante la exposición tomográfica (optativo).
2. Fluoroscopia convencional y digital.
 - Medición y evaluación de:
 - Sistemas fluoroscópicos simples no utilizados habitualmente para la angiografía ni ningún tipo de obtención automática de imágenes en serie, con tamaño de receptor de imagen y control automático de exposición manual o simple:
 - Funcionamiento del equipo.
 - Colimación fluoroscópica.
 - Precisión del voltaje del tubo fluoroscópico.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

58

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

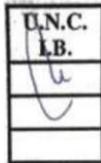
ANEXO I
-60-

- Calidad del haz. (Capa de valor medio).
 - Temporizador fluoroscópico de examen.
 - Fuga radiactiva.
 - Congruencia del haz de rayos X y la imagen visualizada.
 - Tasa de dosis de entrada del receptor de imagen.
 - Tasa de dosis típica máxima de entrada en la piel y características del control automático de luminosidad (ABC)
 - Calidad de la imagen:
 - Límite de resolución.
 - Detección de detalles de contraste.
- Sistemas fluoroscópicos complejos utilizados habitualmente para la angiografía o la obtención de imágenes en serie, incluidos tamaños de campos de receptores de imágenes múltiples, posiblemente más de un tubo de rayos X y protocolos múltiples de exposición semiautomáticos o automáticos:
- Funcionamiento del equipo.
 - Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (supra) ampliadas para abarcar las condiciones del caso.
 - Pruebas de dosis y calidad de la imagen para todos los protocolos clínicos de exposición pertinentes.
 - Pruebas de calidad de la imagen digital, incluso pruebas de ruido y de relación contraste-ruido.

3. Radiografía computarizada y radiografía digital.

- Medición y evaluación de:
 - Calibración del EI.
 - Consistencia del EI.
 - Linealidad de dosis y DDI.
 - Ruido oscuro.
 - Uniformidad de la imagen.
 - Límite de resolución y MTF.
 - Ruido y bajo contraste.
 - Errores de escala y exactitud espacial.
 - Difuminación.
 - Efectos Moiré
 - Rendimiento de la placa.

4. Dispositivos automáticos de control de exposiciones.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

59

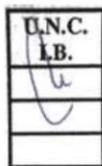
Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-61-

- Usos clínicos del control automático de exposiciones en radiografía:
 - Efecto de la elección de la cámara en la imagen resultante.
 - Efecto del kV seleccionado en la imagen resultante.
- Para la radiografía convencional, evaluación de:
 - Densidad de la película por todo el intervalo de kV para cada tipo de combinación de pantalla- película con respecto a distintos espesores de maniqués.
 - Repetibilidad del AEC.
 - Reproducibilidad del AEC.
 - Compatibilidad entre cámaras.
 - Kerma en el receptor de imágenes.
 - mAs de la exposición posterior.
 - Temporizador de guardia y reserva.
- Para la radiografía digital, evaluación de:
 - Sensibilidad del AEC (kerma y EI) por todo el intervalo de kV para cada tipo de receptor con respecto a distintos espesores de maniqués.
 - Repetibilidad del AEC.
 - Reproducibilidad del AEC.
 - Compatibilidad entre cámaras.
 - mAs de la exposición posterior.
 - Temporizador de guardia y reserva.

5. Mamografía.

- Funcionamiento del equipo.
- Inspección del sistema pantalla-película, procesamiento y todos los criterios afines.
- Inspección de las condiciones de visualización.
- Análisis de rechazos.
- Evaluación de la colimación.
- Rendimiento del AEC.
- Evaluación de parámetros radiográficos.
- Evaluación del receptor de imagen (uniformidad, artefacto).
- Evaluación de la calidad de la imagen.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

60

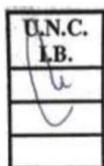
Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-62-

6. Tomografía computarizada.

- Para sistemas de CT axial:
 - Funcionamiento del equipo.
 - Fijación de parámetros de exploración y de parámetros de visualización de la imagen.
 - Inspección visual y revisión del programa.
 - Medición y evaluación de:
 - Luces de alineación de CT.
 - Precisión de la radiografía de proyección en las exploraciones.
 - Indicadores de dosis de radiación.
 - Exactitud de números de CT, ruido de la imagen, uniformidad de números y artefactos de CT.
 - Visualización e impresión de la imagen.
 - Resolución espacial de alto contraste, MTF.
 - Espesor del corte explorado.
 - Espesor del corte en relación con la radiación.
- Para sistemas helicoidales y de MDCT:
 - Funcionamiento del equipo.
 - Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (supra).
 - Pruebas pertinentes a partir del punto 1 (modificadas supra para determinar las condiciones en modo helicoidal o MDCT), incluso:
 - Espesor explorado.
 - Ruido de la imagen.
 - Indicadores de dosis de radiación.
 - Medición y evaluación de:
 - Rendimiento del AEC.
 - Condiciones de funcionamiento seguras para el modo de fluoroscopia.
- Para sistemas de CT utilizados en radioterapia: Funcionamiento del equipo.
 - Medición y evaluación de:
 - Alineación de rayos láser.
 - Exactitud de recorrido de la mesa.
 - Exactitud del isocentro.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

61

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-63-

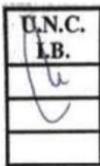
- Inclineración de la grúa.
- Calibración de densidad de electrones.

7. Imagenología por resonancia magnética.

- Medición y evaluación de:
 - Medición de 5 Gauss (0,5 mTesla).
 - Homogeneidad del campo.
 - Relación señal-ruido.
 - Uniformidad de la señal.
 - Distorsión geométrica.
 - Imagen fantasma.
 - Técnicas de supresión.
 - Resolución de alto contraste.
 - Resolución de bajo contraste.
 - Espesor del corte.
 - Ubicación del corte.
 - Imagenología ecoplanar (EPI)

8. Ultrasonido.

- Funcionamiento del equipo.
- Fijación de parámetros de exploración y parámetros de visualización de la imagen.
- Pruebas de control de calidad en el modo de imágenes en escala de grises:
 - Sensibilidad del sistema.
 - Uniformidad de la imagen.
 - Profundidad de penetración.
 - Exactitud de distancia vertical y horizontal.
 - Resolución axial.
 - Resolución lateral.
 - Detectabilidad de objetos de bajo contraste.
 - Anillo decreciente (zona muerta).
 - Fotografía y otro tipo de grabación impresa.
 - Seguridad eléctrica y mecánica.



9. Dispositivos de visualización e impresión.
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

62

ANEXO I
-64-

- Medir y evaluar el rendimiento de los dispositivos de visualización.
- Medir la luminancia y la iluminancia.
- Calibración y medición de la respuesta de luminancia (DICOM, Apartado 14).
- Uso de patrones de prueba (SMPTE, TG18).
- Elegir dispositivo de visualización apropiado.
- Elegir dispositivo de impresión apropiado.
- Participar en especificaciones de dispositivos de visualización e impresión.
- Medir y evaluar el rendimiento de los dispositivos de impresión.
- Determinar e investigar las causas de un rendimiento subóptimo.
- Realizar pruebas de CC en dispositivos de visualización.
- Realizar pruebas de CC en dispositivos de impresión.

10. Absorciometría de rayos X de doble energía.

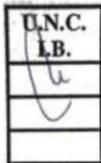
- Llevar a cabo un CC sistemático de un densitómetro del mineral óseo.
- Calibración de un densitómetro de mineral óseo.

MÓDULO 4 - RADIODIAGNÓSTICO: GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Objetivos: Prestar asistencia en la gestión de todo el equipo de imagenología diagnóstica.

Prácticas a realizar:

- Explicar el significado de términos de interés como calidad, proceso de calidad, garantía de calidad, mejora continua de la calidad, control de calidad y verificación de la calidad.
- Demostrar conocimiento de la función de la gestión de calidad en el radiodiagnóstico.
- Examinar elementos clave de un sistema de gestión de calidad:
 - Control de documentos.
 - Documentación de la política de calidad.
 - Documentación de los procedimientos de calidad (manual de calidad).
- Analizar el flujo de trabajo con pacientes.
- Concebir la estructura de un manual de calidad y aplicarla a una selección representativa de elementos.
- Participar en un curso adecuado (a nivel directivo o a nivel profesional).
- Plan comercial de equipos y proyecto de documento de licitación:
 - Planificación del equipo:



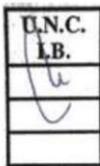
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

63

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-65-

- Establecimiento de la configuración de la sala.
- Determinación del volumen de trabajo y los requisitos de blindaje contra la radiación.
- Adquisición del equipo:
 - Elaboración de especificaciones en función del análisis de las necesidades.
 - Selección de proveedores principales.
 - Selección del proveedor final.
 - Negociación con los proveedores para optimizar el equipo y el precio.
- Supervisar al personal técnico y autorizarlo para finalizar un proyecto satisfactoriamente con arreglo al calendario.
- Cuando proceda, asistir a un curso sobre:
 - Gestión del tiempo.
 - Solución de conflictos.
 - Gestión del desempeño.
- Supervisión del mantenimiento del equipo (conocimientos avanzados):
 - Supervisar el mantenimiento de unidades de equipo radiológico, como, por ejemplo:
 - Participar en la búsqueda y corrección de fallos del equipo durante un período determinado.
 - Asumir la responsabilidad de diferentes unidades durante un tiempo, incluso servir de punto de contacto para los fallos del equipo y el establecimiento de enlace con los ingenieros.
 - Redactar un informe o presentar al departamento de física estudios de casos en que se explique a grandes rasgos el fallo del equipo, su causa y las mediciones de verificación necesarias para garantizar la calidad adecuada de la imagen y la dosis del paciente.
 - Conocer las diferencias entre las unidades de distintos fabricantes.
 - Realizar ensayos apropiados después del mantenimiento, la calibración y las mejoras de los programas informáticos para asegurar la calidad de la imagen, la optimización de la dosis y la seguridad del paciente.
 - Principios de disposición final del equipo:
 - Ayudar en la planificación de la sustitución y disposición final del equipo.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

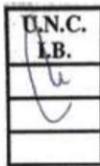
64

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-66-

- Celebrar negociaciones para adoptar disposiciones beneficiosas con miras a la eliminación del equipo.
- Garantizar la disposición final apropiada teniendo en cuenta la existencia de materiales peligrosos en el equipo.
- Funciones y responsabilidades.
- Aceptación del equipo suministrado por el fabricante:
 - Conocer la especificación del fabricante.
 - Verificar que se ha suministrado el equipo especificado.
 - Verificar que se han suministrado todos los manuales y accesorios.
 - Verificar que el equipo cumple todos los requisitos reglamentarios para el equipo de imagenología diagnóstica.
 - Confirmar la seguridad eléctrica y mecánica.
 - Redactar un informe en que se resuman los resultados y se recomienden medidas correctivas.
- Puesta en servicio del equipo antes de su primer uso:
 - Determinar los protocolos clínicos que se utilizarán de ordinario.
 - Determinar el rendimiento del equipo en una diversidad de protocolos clínicos.
 - Confirmar la viabilidad de la transferencia de datos por medio de DICOM y otros enlaces.
 - Establecer valores de referencia en relación con los cuales puedan realizarse pruebas de rendimiento sistemáticas (pruebas de control de calidad).
 - Comparar los valores de referencia con los resultados previstos u otros semejantes a partir de fuentes nacionales o internacionales.
 - Utilizar los datos de la puesta en servicio para formular recomendaciones con vista a la optimización de los protocolos clínicos.
 - Redactar un informe en que se resuman los resultados y se recomienden las medidas correctivas necesarias.
- Participación en la capacitación de personal para:
 - Operar el equipo utilizado para realizar pruebas de CC.
 - Realizar pruebas de CC.
- Establecimiento de:
 - Niveles operacionales.
 - Límites de control.
 - Gráficos de control.



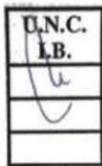
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

65

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-67-

- Aplicar un programa de CC que incluya:
 - Radiografía (imágenes de películas con procesamiento fotográfico y radiografía digital).
 - Fluoroscopia, tomografía computarizada.
 - Imágenes de resonancia magnética.
 - Ultrasonido.
 - Gráficos apropiados de control de calidad.
- Efectuar un examen periódico del programa de control de calidad con un radiógrafo o tecnólogo encargado de la supervisión:
 - Realizar pruebas de control de calidad a nivel de físicos médicos.
 - Elaborar un programa de control de calidad.
 - Monitorizar las pruebas de control de calidad del radiógrafo.
- Elementos básicos de la imagen:
 - Leer y manipular las imágenes a base de una diversidad de modalidades.
 - Aplicar y reconocer los efectos de una serie de técnicas de procesamiento y mejora de la imagen.
 - Identificar artefactos de la compresión de la imagen.
- Interconexión:
 - Analizar las configuraciones de la red.
- Normas y protocolos:
 - Instalar dos computadoras para poder comunicarse por DICOM utilizando instrumentos DICOM de libre disposición.
 - Examinar la cabecera de la DICOM para obtener una serie de modalidades de imagenología.
 - Examinar las declaraciones de conformidad con la DICOM.
- Pantallas y estaciones de trabajo:
 - Realizar pruebas de aceptación y CC de pantallas y estaciones de trabajo.
 - Realizar el control de calidad de la integridad de la pantalla.
- HIS, RIS y PACS:
 - Participar en pruebas de aceptación y en el control de calidad del entorno PACS.
 - Participar en la aplicación del PACS.
 - Participar en la gestión del PACS.
 - Examinar la aplicación del RIS, el HIS, y el EMR.
- Demostrar conocimiento de:



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

66

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-68-

- Flujo de pacientes y del personal en el departamento de imagenología.
- Diferencias entre la circulación de pacientes internos y de pacientes externos en el departamento.
- Cuestiones relativas a la privacidad de los pacientes y del personal.
- Dificultades con que tropiezan los radiógrafos para manejar a los pacientes, incluso su traslado a la sala de procedimientos y a la mesa de examen, y a los pacientes en estado crítico que requieren constante monitorización.
- Evaluar el diseño actual de las salas de examen y la configuración del departamento.
- Entrevistar al personal sobre cuestiones asociadas con el diseño actual y sus ideas en relación con las mejoras necesarias en cuanto al diseño y el flujo de pacientes.
- Diseñar la configuración del departamento para mejorar el flujo de trabajo, la eficiencia y la privacidad de los pacientes.
- Diseñar la configuración del departamento para optimizar la protección radiológica de los pacientes, el personal y el público.
- Diseñar las salas de examen antes señaladas para algunas de las siguientes modalidades: radiografía general, mamografía, CT y procedimientos especiales, ultrasonido e imágenes de resonancia magnética.
- Utilizar monitores de zonas para revisar las dosis del personal y relacionar estas dosis con el diseño del blindaje actual.

MÓDULO 5 - RADIODIAGNÓSTICO: DOSIMETRÍA, INSTRUMENTACIÓN Y CALIBRACIÓN

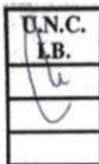
Objetivos:

Proporcionar a los residentes lo siguiente:

- Conocimientos necesarios de dosimetría del radiodiagnóstico con respecto a la radiación ionizante, incluida la función de los maniqués dosimétricos.
- Conocimientos necesarios de los principios y la seguridad de la radiación no ionizante utilizada en el radiodiagnóstico.
- Aptitudes necesarias para operar correctamente el equipo de pruebas radiológicas.
- Principios necesarios para mantener la trazabilidad de la calibración del equipo y las aptitudes para realizar las calibraciones necesarias.

Prácticas a realizar:

- Mediciones dosimétricas estándar:
 - Selección y uso correcto del equipo para mediciones de dosis, incluso incertidumbres respecto de las siguientes situaciones:



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

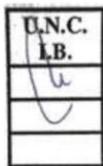
67

Ord. N° **33/2024** _____

ANEXO I

-69-

- Exposición radiográfica directa (radiografía general, fluoroscopia, mamografía y modalidades odontológicas intraorales)
- Medición de KAP (radiografía general, fluoroscopia y modalidades odontológicas de OPG)
- Mediciones del indicador de dosis de CT (CT y OPG odontológica)
- Uso de cámaras de ionización y detectores de semiconductores con la aplicación de factores de corrección.
- Mediciones dosimétricas complejas:
 - Selección y uso correcto del equipo para mediciones de dosis, incluso incertidumbres respecto de las siguientes situaciones:
 - Dispersión proveniente del paciente durante la exposición radiográfica.
 - Tasas de dosis, tasas de dosis altas de entrada y salida del paciente de fluoroscopia.
 - Dosis internas con el empleo de detectores de estado sólido y maniqués radiológicos.
 - Fuga del tubo y mediciones de la dosis ocupacional del personal.
- Funcionamiento de una unidad de TLD, incluidos los procesos requeridos en relación con la calidad:
 - Uso de detectores de TLD, OSL, y otros similares de estado sólido.
 - Documentación de los registros dosimétricos, incluidas dosis de pacientes en relación con el embarazo y la pediatría, y de los registros utilizados para verificar y optimizar las dosis:
 - Deben mantenerse registros que sean claros para una persona lega con educación, pero que de todos modos contengan detalles dosimétricos justificados.
 - Para los registros de dosis con respecto a determinados exámenes deben utilizarse instrumentos calibrados y formalismos de dosimetría basados en normas reconocidas.
 - El uso correcto de maniqués, cuando proceda, debe registrarse con el uso de fotografías.
- Medición y evaluación de luz visible, especialmente cajas de proyección y otras pantallas de imágenes, incluidos monitores de computadoras, y condiciones de visualización.
- Evaluación de la seguridad de los equipos que emplean láseres.
- Evaluación de la seguridad de los equipos de ultrasonido diagnóstico.
- Evaluación de la seguridad de instalaciones de MRI (campo estático y campo de RF).



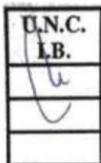
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

68

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-70-

- Medición de kVp de rayos X y de la corriente del tubo:
 - Realizar la medición de kVp (20 kVp a 150 kVp)
 - Investigar los factores que afectan a la exactitud: filtración del haz, orientación del instrumento con respecto al eje ánodo-cátodo, tasa de dosis, establecimiento de ventanas de medición, y duración de la exposición.
 - Conocer cómo los medidores de kVp invasivos se insertan en un circuito y los factores que afectan al rendimiento (no debe utilizarse medición de kVp invasiva salvo con la asistencia de un ingeniero de mantenimiento de equipo de rayos X competente).
 - Uso de pinzas amperimétricas para medir la corriente del tubo de rayos X.
- Medición del punto focal:
 - Utilizar el patrón de prueba de estrellas para calcular el tamaño del punto focal.
 - Investigar el efecto de magnificación.
 - Utilizar la cámara estenopeica para medir el tamaño del punto focal.
 - Investigar la medición con exposición de película directa, con un sistema de pantalla-película de mamografía y con una placa CR.
 - Definir el largo y ancho del punto focal.
 - Comparar las diferencias entre el tamaño nominal y el tamaño medido del punto focal.
- Sensitometría y densitometría:
 - Utilizar un densitómetro, e incluso seleccionar debidamente el contexto espectral para exponer distintos tipos de películas.
 - Procesar películas teniendo en cuenta el efecto de la dirección del procesamiento en las densidades de las tiras sensitométricas.
 - Medir las densidades ópticas con el empleo de un densitómetro teniendo en cuenta las diferencias de orientación de la película con respecto a las películas de emulsión única y doble, p.ej., con la cara de la emulsión hacia arriba o hacia abajo.
 - Establecer un programa de calibración y control de calidad para los sensitómetros y densitómetros.
- Mantener registros claros de calibraciones trazables del equipo dosimétrico, incluso:
 - Trazabilidad y frecuencia de calibración.
 - Uso de documentación de verificación cruzada.
- Demostrar la capacidad para realizar lo siguiente:



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

69

ANEXO I
-71-

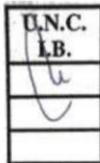
- Determinación de las características del haz mediante el uso de la medición de capas de valor medio (HVL).
- Someter a verificación cruzada los instrumentos de trabajo en relación con equipos calibrados externamente.
- Calibración de un sistema KAP en el entorno clínico.
- Comprobar sobre el terreno la calibración de cámaras lápiz de CT.
- Calibración de TLD y OSL.
- Uso de TLD y OSL en la medición de la dosis de pacientes y la dosis ocupacional.
- Calibración de la película.
- Uso de películas en la medición de la dosis de pacientes y de la dosis ocupacional.
- Calibración de la placa CR.
- Uso de la placa CR en la medición de dosis.
- Medición de kVp de rayos X y de la corriente del tubo:
 - Mantener la calibración cruzada de los medidores de kVp.
 - Mantener la calibración cruzada de las pinzas amperimétricas para medir la corriente del tubo de rayos X.

MÓDULO 6 - RADIODIAGNÓSTICO: VERIFICACIÓN DE DOSIS DE LOS PACIENTES

Objetivos: Proporcionar a los residentes las aptitudes necesarias para medir y evaluar la dosis de radiación, y utilizar esta información para calcular la dosis de los pacientes, incluidos adultos, niños y el feto.

Prácticas a realizar:

- Para cada modalidad de rayos X:
 - Procedimiento de verificación de dosis de diseño, incluido el parámetro dosimétrico que se habrá de medir, las formas de recopilación de datos y el método de análisis.
 - Poder justificar la decisión adoptada de realizar la verificación de dosis con una muestra de pacientes o con un maniquí apropiado.
 - Si se escoge una muestra de pacientes, demostrar conocimiento de los criterios de selección de pacientes adecuados para las mediciones y el tamaño de la muestra.
 - Garantizar la trazabilidad de calibración del detector de radiación apropiado que se utilice para medir las dosis de pacientes.
 - Dar instrucciones al personal que participe en las mediciones reales sobre el uso apropiado de los dosímetros y la cumplimentación del formulario de datos de exploración.



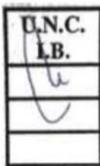
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

70

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-72-

- Medir o calcular exactamente las diferentes cantidades dosimétricas.
- Llevar a cabo exploraciones de dosis periódicas de los pacientes y compararlas con niveles de referencia para diagnóstico u otros datos publicados. Adoptar medidas correctivas apropiadas cuando proceda.
- Determinar la incertidumbre de la determinación final de las dosis individuales de los pacientes o del promedio de dosis de la muestra.
- Para radiografía general y fluoroscopia:
 - Utilizando técnicas de medición o cálculo, determinar K_i o K_e para cada paciente en la muestra o utilizar un maniquí, según corresponda. Medir o estimar los factores de retrodispersión.
 - Cuando sea posible, obtener datos de producto kerma en aire.
 - Utilizar cuadros publicados y programas informáticos como instrumentos para calcular la dosis efectiva a partir de los datos sobre kerma y KAP.
 - Cálculo de las dosis en órganos (según proceda).
 - Demostrar conocimiento de las limitaciones de los datos (como dimensiones del maniquí, tamaño del haz registrado y FSD) utilizados en los cálculos y como parámetros de programas informáticos.
 - Precisar la incertidumbre de la determinación de la dosis final del paciente o del promedio de dosis de la muestra.
- Para mamografía:
 - Medición de K_i .
 - Estimación de dosis glandular media/promedio.
 - Para tomografía computarizada:
 - Medición de $C_{100,air}$, C_w ($CTDI_{100,air}$, $CTDI_w$).
 - Cálculo de CVOL y PKL ($CTDI_{vol}$ y DLP).
 - Cálculo de la dosis efectiva.
 - Cálculo de las dosis en órganos.
- DEXA:
 - Medición de K_i .
 - Cálculo de la dosis efectiva y sus limitaciones.
- Elementos de capacitación recomendados anteriormente con la adición de la selección de grupos de pacientes basada en el peso y estatura de los pacientes, el índice de masa corporal u otro índice apropiado de la talla de los pacientes. (El uso de la edad de los pacientes como factor de agrupación también puede emplearse mientras esto quede reflejado en el cálculo de incertidumbres para la estimación de la dosis).



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

71

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I
-73-

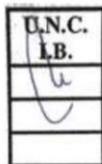
- Efectuar verificaciones de dosis de los pacientes pediátricos y comparar los resultados con los niveles de referencia para diagnóstico, si se dispone de ellos, o con datos de dosis pediátricas publicados.
- Determinar la incertidumbre para determinar la dosis de la muestra pediátrica o del maniquí.
- Iniciar revisiones cuando las dosis sean superiores o muy inferiores a los DRL, o a otros datos de dosis publicados.
- Comparar las dosis típicas de pacientes estimadas para distintos procedimientos pediátricos y para distintas muestras de pacientes.
- Estimar la dosis fetal para casos de irradiación de una paciente embarazada con respecto a los procedimientos siguientes: radiografía general, fluoroscopia, radiología intervencionista y CT.
- Redactar un informe en relación con cada una de las modalidades anteriores para el radiólogo o el obstetra de la paciente.
- Redactar otro informe utilizando cualquier modalidad, para la paciente.
- No publicar informes en relación con este aspecto sin obtener la autorización del físico médico supervisor.
- Verificar un cálculo de dosis fetal utilizando mediciones y un maniquí.

MÓDULO 7 - RADIODIAGNÓSTICO: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN

Objetivos: Conocer la teoría de evaluación de la calidad de la imagen y realizar pruebas apropiadas.

Prácticas a realizar:

- Para cada valor de calidad de la imagen:
 - Seleccionar equipo, programas informáticos, y técnica de medición apropiados para evaluar la calidad de la imagen, y abarcar todas las características pertinentes al menos para una modalidad.
 - Determinar las características de calidad de la imagen.
- Para cada modalidad:
 - Conocer los requisitos específicos de la modalidad clínica respecto de la calidad de la imagen.
 - Utilizar las características de calidad de la imagen para determinar los efectos de factores como el procesamiento de la imagen y la compresión de datos en la calidad de la imagen.
 - Analizar los resultados y compararlos con documentos de referencia, como resultados previos o normas publicadas en relación con la calidad de la imagen.
 - Formular recomendaciones para mejorar la calidad de la imagen (véase el módulo sobre optimización).



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

72

Ord. N° **33/2024** _ _ _ _

ANEXO I

-74-

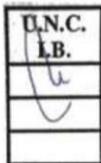
- Para cada modalidad:
 - Seleccionar un maniquí adecuado.
 - Realizar una evaluación de calidad de la imagen de cantidades apropiadas; por ejemplo:
 - Evaluar la resolución y la MTF.
 - Medir, cuantitativamente, el ruido de la imagen, p.ej., ruido de la imagen en función de la dosis para CT.
 - Medir el contraste (p.ej., CNR).
 - Medir las características de bajo contraste, incluso patrones de resolución de bajo contraste y curvas contraste-detalle.
 - Analizar los resultados y compararlos con documentos de referencia, como resultados anteriores o normas publicadas en relación con la calidad de la imagen. Por ejemplo:
 - Efectuar un análisis de la ROC o la comparación de elementos de las imágenes con diferentes características, p.ej., exploraciones de CT de un maniquí a dosis diferentes.
- Conjuntamente con un radiólogo, concebir un estudio para evaluar la calidad de la imagen de un procedimiento utilizando criterios de calidad bien definidos.
- Determinar si se requiere una aprobación desde el punto de vista ético.
- Determinar el tamaño de muestra de la imagen y el número de lectores de imágenes necesarios para un resultado importante.
- Registrar el método experimental, incluidas las condiciones de lectura de la imagen.
- Analizar los resultados y determinar su significación estadística.

MÓDULO 8 - RADIODIAGNÓSTICO: OPTIMIZACIÓN

Objetivos: Proporcionar a los residentes los conocimientos y aptitudes necesarios para efectuar la optimización de toda la gama de procedimientos de imagenología radiológica.

Prácticas a realizar:

- Calcular la dosis efectiva y el riesgo conexo con respecto a una serie de exámenes radiológicos utilizando una variedad de métodos.
- Calcular el riesgo de inducción de cáncer utilizando métodos BEIR.
- Comunicar el riesgo resultante de una diversidad de procedimientos radiológicos a otros profesionales mediante informes escritos.
- Asesorar a las pacientes embarazadas después de la irradiación del feto.



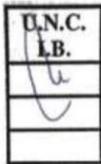
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 6/2024

73

Ord. N° 33/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-75-

- Asesorar a los colegas sobre la técnica y los procedimientos necesarios para reducir el riesgo de efectos deterministas que pueden producirse en los procedimientos intervencionistas y cardiovasculares.
- Asesorar sobre la conveniencia de los protocolos de investigación.
- Elaborar un método para dar seguimiento a las dosis de los pacientes y alertar al personal de posibles dosis altas resultantes de efectos deterministas.
- Para cada modalidad:
 - Preparación inicial:
 - Establecer un acuerdo para el proceso de optimización con el departamento de radiología, incluido un plan de objetivos alcanzables.
 - Determinar la prioridad para la optimización de los exámenes con respecto a una modalidad en particular, conjuntamente con clínicos y radiógrafos, teniendo en cuenta factores como el riesgo y la frecuencia de los exámenes.
 - Verificar la situación en relación con la GC del equipo utilizado para el procedimiento.
 - Establecer requisitos clínicamente apropiados sobre la calidad de la imagen en colaboración con clínicos.
 - Evaluación de la calidad de la dosis y la imagen:
 - Determinar las dosis de los pacientes (preferiblemente a base de una verificación en pacientes o empleando un maniquí).
 - Determinar la calidad de la imagen.
 - Examen de la situación actual del procedimiento:
 - Comparar la dosis de examen con criterios de referencia apropiados, si se dispone de ellos.
 - Comparar la calidad de la imagen de examen con criterios de referencia apropiados, si se dispone de ellos.
 - Conjuntamente con el radiólogo y el radiógrafo, revisar los datos asociados con el examen, incluso:
 - Protocolo radiográfico.
 - Configuración del equipo.
 - Condiciones de lectura de la imagen.
 - Investigar el efecto en la calidad de la imagen y la dosis de la variación de los parámetros de la lista anterior.
 - Intervención:



A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'C. M. ...'.

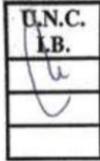
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. S.'.

ANEXO I

-76-

- Recomendar modificaciones del protocolo radiográfico, de la configuración del equipo o de las condiciones de visualización en función del examen del procedimiento (supra).
- Verificar el efecto del proceso de optimización:
 - Después de un período acordado de conocimiento clínico, repetir la dosis y el análisis de la calidad de la imagen para determinar la eficacia de la intervención de optimización.

Registrar los resultados del procedimiento de optimización en una forma que sea accesible a todas las partes interesadas, en particular los radiógrafos y clínicos.



Cont. Estefanía Noelia VILLARRUEL
Secretaria General
Universidad Nacional de Cuyo

Cont. Esther Lucía SÁNCHEZ
Rectora
Universidad Nacional de Cuyo