



Universidad Miguel Hernández

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Trabajo Fin de Máster:

**“SEGURIDAD LABORAL EN MEDICINA NUCLEAR: EL
PAPEL DE LOS ENFERMEROS Y SU PROTECCIÓN
ESPECIAL”.**

Convocatoria: 2018/2019

Fecha de entrega: junio 2019

Alumno: Lidia Alcázar Tornell

Director: Francisco Trujillo



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D./D^a FRANCISCO TRUJILLO Tutor/a del Trabajo Fin de Máster, titulado 'SEGURIDAD LABORAL EN MEDICINA NUCLEAR: EL PAPEL DE LOS ENFERMEROS Y SU PROTECCIÓN ESPECIAL' y realizado por el estudiante LIDIA ALCÁZAR TORNELL.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 3 DE JUNIO DE 2019

Fdo.: FRANCISCO TRUJILLO
Tutor/a TFM

RESUMEN:

El trabajo del personal sanitario siempre conlleva una serie de riesgos laborales derivados de la manipulación de material médico, medicamentos y el contacto continuo con los pacientes. En este sentido, el trabajo en el área de Medicina Nuclear ve incrementado el riesgo para el personal sanitario debido a la exposición continuada a radiaciones y material radioactivo. Por ello, resulta esencial establecer cuáles son los riesgos laborales a los que se exponen los trabajadores sanitarios, especialmente los enfermeros y enfermeras. Debido a su continuo contacto con los pacientes que requieren de un tratamiento radiológico y la manipulación de los radiofármacos queda patente la necesidad de establecer los riesgos laborales a los que se exponen así como las vías para poder reducirlos. Es imprescindible dejar claros tanto los riesgos radiológicos como los riesgos derivados de la utilización de todo aquel material usado para la reducción de la radiación absorbida. Por ello, el presente trabajo pretende, a través de un análisis de documentos y el estudio de un caso concreto, dejar claros tanto los riesgos laborales como las medidas que serían necesarias para que el trabajo en el área de Medicina Nuclear se desarrolle con total garantías.

Palabras clave:

Riesgos laborales; Medicina nuclear; Enfermería; Radioactividad; Salud; Prevención de riesgos.

ÍNDICE:

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. JUSTIFICACIÓN	5
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. OBJETIVOS:.....	9
4.1. METODOLOGÍA:	10
4.2. CAPÍTULO I: MEDICINA NUCLEAR:	11
4.2.1. Definición y características:.....	11
4.2.2. Tecnología de la medicina nuclear	13
4.2.3. Usos médicos.....	15
4.3. CAPÍTULO II: ENFERMERÍA EN MEDICINA NUCLEAR	17
4.3.1. El papel fundamental de los enfermeros	17
4.3.2. Riesgos laborales.....	19
4.4. CAPÍTULO III: PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ENFERMERÍA NUCLEAR... 23	
4.4.1. Normativa vigente	23
4.4.2. Estrategias para disminuir los riesgos del personal de enfermería.....	29
6. CONCLUSIONES.....	52
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
8. BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: esquema de gammacámara	P. 12
Figura 2: gammacámara	P. 12
Figura 3: dosímetro individual de solapa	P. 34
Figura 4: dosímetro de muñeca	P. 34
Figura 5: dosímetro de anillo	P. 35
Figura 6: delantal plomado	P. 37
Figura 7: protector de jeringa de cristal plomado	P. 37
Figura 8: protectores de jeringa de tungsteno	P. 38
Figura 9: barrera plomada	P. 38
Figura 10: gafas protectoras	P. 39
Figura 11: guantes protectores	P. 39
Figura 12: protectores de viales	P. 40
Figura 13: cajetín plomado	P. 40
Figura 14: contenedores de desechos de jeringuillas	P. 41
Figura 15: contenedores para residuos radioactivos	P. 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: radionucleidos frecuentes en PET	P. 14
Tabla 2: efectos de las radiaciones ionizantes	P. 20
Tabla 3: riesgos en las aplicaciones médicas	P. 20
Tabla 4: efectos de las radiaciones	P. 21
Tabla 5: clasificación de zonas	P. 32
Tabla 6: especificación de riesgos laborales en	P. 46
Medicina Nuclear	
Tabla 7: presupuesto	P. 47
Tabla 8: planificación de formación	P. 48

1. JUSTIFICACIÓN

La pertinencia del desarrollo del presente trabajo viene fundamentada, especialmente, por mi propia experiencia laboral y por el interés personal de profundizar en los aspectos referentes a seguridad en entornos radioactivos como lo es el área de Medicina Nuclear.

Si bien es cierto que los efectos reales de todas las radiaciones recibidas en el área de Medicina Nuclear no se conocen con exactitud, sí que resulta evidente que comportan un riesgo para la salud (Núñez, 2008). Por ello, conocer el tipo de radiación a la que se está expuesto y la cantidad de radiación recibida resulta esencial para poder establecer una serie de límites y consideraciones en materia de seguridad laboral.

En el área de Medicina Nuclear, las radiaciones que pueden existir son de 3 tipos: partículas α , partículas β y rayos γ (Núñez, 2008), partículas con una alta capacidad ionizante. Este tipo de radiaciones, “debido a la energía que poseen, al interaccionar con la materia producen ionizaciones en la misma, es decir, modificaciones tanto a nivel atómico como molecular” (La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, p.5). Esta característica va íntimamente ligada a la capacidad de penetración, por lo que resulta fundamental conocer cómo actúa y si la exposición es externa o interna, con el fin de establecer una serie de medidas adecuadas.

Es por ello que el interés personal se centra en el ámbito de la Medicina Nuclear, al poder comprobar cómo en muchas ocasiones, pese a disponer de una normativa regulada y diversos manuales de protección radiológica en esta área, existen aspectos deficientes o bien no se dispone de las instalaciones o materiales más idóneos y específicos para llevar a cabo un trabajo seguro.

La necesidad de los profesionales de la sanidad, en este caso los enfermeros y enfermeras, de disponer de un equipamiento y unas condiciones de trabajo que favorezca el desarrollo del mismo con garantías para su salud es el foco que ponemos en el trabajo.

No solo eso, sino que un correcto conocimiento sobre los peligros que entraña trabajar en ambientes radiológicos permitirá a los trabajadores sanitarios formarse adecuadamente con el objetivo de llevar a cabo las medidas necesarias para reducir los peligros que dicho trabajo atañe.



2. INTRODUCCIÓN

La presencia de la Medicina Nuclear en los centros hospitalarios hoy en día no supone ninguna novedad, puesto que se trata de una especialidad que se ha ido consolidando a lo largo de los años disponiendo de un amplio cuerpo en dicha doctrina (Benedit, s.f.).

El uso de la radiología en el campo de la medicina tiene sus orígenes en el siglo XIX (Casado, 2004), aunque desde la fecha ha ido sufriendo avances y modificaciones hasta nuestros días. En este sentido surgió la Medicina Nuclear, que comenzó su andadura como especialidad a finales de los años 40 del siglo XX gracias al uso de la energía nuclear con fines médicos (SEMNUM, 2015).

En los años 60 del pasado siglo, la Medicina Nuclear sufrió un desarrollo notable (SEMNUM, 2015), que fue creciendo exponencialmente en las décadas siguientes, llegando a nuestros días con una presencia de 150 Unidades de Medicina Nuclear en nuestro país que “realizan anualmente 700.000 procedimientos diagnósticos y 30.000 aplicaciones terapéuticas” (SEMNUM, 2015).

De todas las aplicaciones médicas que puede tener la Medicina Nuclear, estas pueden orientarse al “estudio de la morfología de un órgano, la evolución de una función fisiológica, el análisis de un componente biológico y el tratamiento de un proceso patológico” (Benedit, s.f., p.11).

Ahora, si bien es cierto que la Medicina Nuclear tiene una gran variedad de aplicaciones médicas, como toda práctica con elementos radioactivos conlleva una serie de riesgos, tanto para los pacientes como para el personal médico que trabaje en dicha área. En el presente trabajo se focalizará la atención sobre los riesgos que comporta para los trabajadores de enfermería y cómo dichos riesgos pueden ser controlados y minimizados en la medida de lo posible, con el objetivo de que el lugar de trabajo se convierta en un lugar seguro.

Cabe tener en cuenta que desde los años 90 los cuidados de enfermería en la especialidad de Medicina Nuclear han ido avanzando notablemente, siempre buscando ser un referente de calidad y dotarlo de un carácter propio (Fernández, Granero y Aguilera, 2009). No obstante, dichos avances también han de ir parejos a la seguridad para los enfermeros y enfermeras que trabajan en el área de Medicina

Nuclear, de modo que el servicio pueda ofrecerse con total garantías para todas las personas que se encuentren en él, desde personal sanitario hasta los pacientes.

En este sentido destaca que existan diversos manuales referentes a la Medicina Nuclear donde se ofrece una visión global enfocada bajo el prisma del lenguaje médico, encontrándose de este modo muy alejados de los objetivos del trabajo de enfermería en dicha área (Fernández, Granero y Aguilera, 2009).

Por ello, partiendo de estas premisas y bajo mi propia experiencia personal, el presente trabajo pretende mostrar las situaciones a las que se enfrenta el personal de enfermería en el área de Medicina Nuclear, al tiempo que pretende dar respuesta a las necesidades que exige el trabajo en dicha área y especificar los métodos necesarios para que los riesgos laborales derivados del contacto con material nuclear y radioactivo se vean minimizados.



3. OBJETIVOS:

Por lo que respecta a los objetivos que se pretenden alcanzar con el presente trabajo destacan:

- Definir Medicina Nuclear, sus usos y aplicaciones médicas y terapéuticas.
- Investigar los diversos riesgos para la salud que comporta el trabajo en el área de Medicina Nuclear.
- Evaluar los riesgos laborales de un caso concreto y establecer un plan de prevención.
- Establecer las medidas de protección para el personal de enfermería en el área de Medicina Nuclear.
- Determinar medidas para la mejora del entorno de trabajo en el área de Medicina Nuclear.



4. CUERPO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1. METODOLOGÍA:

Para el desarrollo del presente trabajo se llevará a cabo una metodología basada en la revisión bibliográfica. Para ello, se ha realizado una investigación en diferentes fuentes de información, como Google académico.

La búsqueda se ha llevado a cabo realizando búsquedas diversas mediante palabras clave, como Medicina Nuclear, riesgos laborales de la Medicina Nuclear, enfermería en la Medicina Nuclear y prevención de riesgos en Medicina Nuclear.

Esta búsqueda se ha realizado en diferentes fases. La primera de ellas ha tenido como finalidad profundizar en qué es la Medicina Nuclear, cuáles son sus aplicaciones médicas y cuáles son los elementos empleados en dicha área.

La segunda de las fases ha consistido en investigar acerca del papel de los profesionales de enfermería en el área de Medicina Nuclear, focalizando la atención en los pasos que siguen en el desarrollo de su trabajo en dicha área.

La tercera fase se ha centrado en la búsqueda de documentos que sustentaran cuáles son los diferentes riesgos a los que están expuestos los trabajadores de Medicina Nuclear, así como la búsqueda de los medios y recursos para minimizar dichos riesgos.

Por último, la investigación de la normativa vigente en nuestro país en relación con la prevención de riesgos laborales en el área de Medicina Nuclear ha sido la parte concluyente de la búsqueda, información que posteriormente será seleccionada y dividida en secciones para una mejor comprensión.

4.2. CAPÍTULO I: MEDICINA NUCLEAR:

4.2.1. Definición y características:

La Medicina Nuclear es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) “como la especialidad médica que con fines asistenciales, docentes e investigadores, emplea las fuentes radiactivas no encapsuladas” (Benedict, s.f., p.11). En palabras de Díaz y de Haro del Moral (2004), la Medicina Nuclear “es la especialidad médica que emplea isótopos radiactivos para el diagnóstico y tratamiento de patologías” (Díaz y Haro del Moral, 2004, p. 13).

La Medicina Nuclear y sus procedimientos de imágenes moleculares desempeñan un papel importante en el diagnóstico, la evaluación y el tratamiento de muchas enfermedades. Esos procedimientos implican la administración de una pequeña cantidad de un marcador radioactivo o radiofármaco al paciente para poder visualizar y examinar los procesos moleculares y fisiológicos dentro del cuerpo del paciente. Esta observación se produce gracias a la emisión de energía procedente del radiofármaco inyectado al paciente, tanto por vía intravenosa como por vía oral (EcuRed, s.f.).

La característica de estos radiofármacos es que “están formados por un fármaco transportador y un isótopo radiactivo” (EcuRed, s.f.) de modo que se distribuya por diferentes órganos en función del radiofármaco que haya sido empleado, distribución que se detecta gracias a una gammacámara.

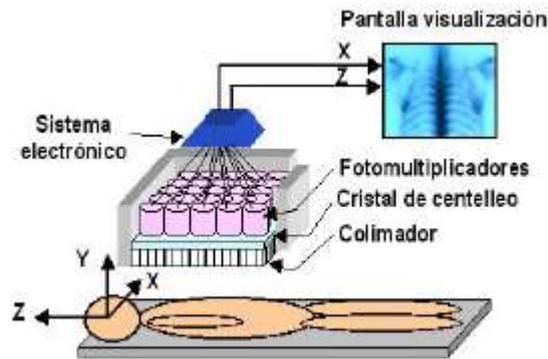
Una gammacámara o cámara gamma es el dispositivo encargado de detectar “la radiación gamma inyectada al paciente y genera una imagen en dos dimensiones de la actividad del órgano” (Clínica Universidad de Navarra).

Esta imagen generada permite conocer información tanto morfológica como funcional del órgano o tejido en el cual se ha inyectado el radiofármaco, sirviendo para el estudio de varios sistemas “como el osteoarticular, genitourinario, digestivo, cardiovascular, respiratorio, endocrino y cerebral” (Clínica Universidad de Navarra).

Las gammacámaras “pueden obtener información tomográfica de la distribución del trazador, que no es más que la posibilidad de realizar cortes gammagráficos [...]” (Fernández, 2005, p. 32). Además de las gammacámaras, también puede hacerse uso de la tomogammacámara, variante que permite la obtención de imágenes en tres dimensiones.

Este equipo, esencial en la Medicina Nuclear, está formado “por un cabezal detector, único o múltiple, y conectado a un ordenador, que sirve para almacenar y procesar las imágenes obtenidas, y para controlar el funcionamiento de la gammacámara” (Benedit, s.f., p. 13).

Figura 1: Esquema de gammacámara



Fuente: Fernández, 2005, p.132

Figura 2: Gammacámara



Fuente: La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, p.19

Por todo esto, la Medicina Nuclear es única ya que proporciona información sobre la condición de un paciente que no se puede obtener con otros métodos de diagnóstico por imagen. Esto se debe a que la Medicina Nuclear examina la función, las tasas de metabolismo y otras varias actividades fisiológicas dentro del cuerpo, en

lugar de centrarse en la anatomía y la estructura, como ocurre, por ejemplo, con las imágenes obtenidas por Rayos X.

Gracias a esta característica de la Medicina Nuclear, se posibilita la detección de anomalías de forma precoz, lo cual resulta beneficioso para la aplicación de un tratamiento. Debido a que no se centra únicamente en la anatomía o la estructura, la Medicina Nuclear “detecta la célula cancerosa por su función, cuando aún pasa desapercibida por su aspecto; y en el área terapéutica, permite un tratamiento selectivo y directo de tumores y otras enfermedades [...]” (Fernández, 2005, p. 132).

En muchos estados patológicos, los cambios funcionales se producen mucho antes de que se produzcan síntomas visibles, y la medicina nuclear ayuda en este sentido proporcionando información como la detección temprana y el alcance de la enfermedad, si la enfermedad está progresando o no, o si el tratamiento actual está funcionando.

Además, los procedimientos de medicina nuclear son fisiológicos, sensibles, mínimamente invasivos y seguros. El principal motivo por el cual la Medicina nuclear es poco invasiva es debido a que solamente se precisa de una inyección intravenosa gracias a la cual el localizador es transportado por la sangre, de modo que “su campo de aplicación abarca casi todo el organismo y los niveles de radiación son similares o incluso inferiores a los de otras técnicas radiológicas” (Fernández, 2005, p. 132).

4.2.2. Tecnología de la medicina nuclear

Después de la administración del radiofármaco, generalmente por inyección intravenosa, el marcador viaja al área del cuerpo de interés. Los diferentes radiofármacos irán a diferentes tipos de tejido.

El radiofármaco consiste típicamente en un radionúclido (por ejemplo, ^{99m}Tc , ^{123}I o ^{18}F) y una parte farmacéutica. La porción de radionúclido del marcador emite radiación, normalmente rayos gamma, partículas beta o positrones. Por ejemplo, ^{99m}Tc y ^{123}I emiten principalmente rayos gamma, mientras que ^{18}F emite positrones.

Estos marcadores tienen vidas medias relativamente cortas (^{99m}Tc y ^{18}F tienen vidas medias de 6 y 2 horas, respectivamente), lo que permite un tiempo

suficiente para realizar el estudio y, al mismo tiempo, minimizar la exposición a la radiación del paciente.

La parte farmacéutica del marcador define dónde se concentrará el radiofármaco dentro del cuerpo. Por ejemplo, ^{99m}Tc medronate (MDP) se localizará en el esqueleto, mientras que ^{99m}Tc dimercaptosuccinic acid (DMSA) se concentrará en los riñones.

Un tecnólogo en medicina nuclear realiza la recolección de imágenes utilizando una cámara gamma o una tomografía por emisión de positrones (PET) / escáner de tomografía computarizada (CT), según el procedimiento y el radiofármaco que se esté utilizando. En muchos casos, una enfermera es esencial durante el proceso de adquisición, particularmente cuando están involucrados otros medicamentos además del radiofármaco. Los ejemplos incluyen cuando se usa un enfoque farmacológico para estresar el corazón y cuando se usa sedación o anestesia.

Tabla 1: Radionucleidos frecuentes en PET

Radionucleidos	Tipo de emisión	Periodo de semidesintegración
Oxígeno-15	β^-	20,5 min.
Nitrógeno-13	β^-	9,97 min.
Carbono-11	β^-	20,4 min.
Fluor-18	β^-	109,8 min.

Fuente: La protección radiológica en el medio sanitario, 2012, p. 20

En algunos casos, las imágenes se producen inmediatamente después de la administración del marcador radiactivo, como los estudios de glóbulos rojos marcados con ^{99m}Tc . Para otros radiotrazadores, como ^{99m}Tc DMSA, ^{99m}Tc MDP y FDG, hay periodos de espera entre la administración del marcador y cuando se toman las imágenes (de 1 a 3 h) para que el agente pueda distribuirse al tejido de interés y limpiar de la sangre o tejidos vecinos.

Ciertos casos, como una gammagrafía ósea con ^{99m}Tc MDP, pueden requerir imágenes iniciales y posteriores.

Las exploraciones pueden ser dinámicas, lo que significa que miden la radioactividad en el tejido a lo largo del tiempo (por ejemplo, una imagen cada minuto durante 30 minutos). Se recogen varios fotogramas durante este intervalo que se pueden mostrar como una grabación de video del movimiento. Un ejemplo de una exploración dinámica sería la adquisición de un "renograma" utilizando el radiofármaco ^{99m}Tc MAG3. En este estudio, una imagen del agente en los riñones se adquiere cada minuto durante aproximadamente 30 minutos. Las imágenes tempranas o "marcos" muestran la perfusión y la captación del agente por los riñones, mientras que los cuadros posteriores muestran la velocidad de eliminación de los riñones.

Las adquisiciones de medicina nuclear también pueden "cerrarse" en el electrocardiograma, que es muy útil para la imagen cardíaca. Al igual que las exploraciones dinámicas, las exploraciones cardíacas cerradas adquieren múltiples imágenes; sin embargo, en este caso, cada imagen es de una parte diferente del ciclo cardíaco. Luego, las imágenes se muestran como una película del corazón latiendo para que se pueda evaluar el flujo sanguíneo del miocardio o la "perfusión" y parámetros cardíacos tan dinámicos como la fracción de eyección. Para obtener imágenes de alta calidad, el paciente debe colocarse correctamente.

Debido a que la mayoría de las imágenes de medicina nuclear requieren que el paciente permanezca quieto durante un período relativamente largo, pueden ser necesarias técnicas de inmovilización para ayudar a ciertos pacientes, como los niños, a permanecer quietos durante la imagen. Las bolsas de arena, la cinta adhesiva, una envoltura con una manta, las correas de velcro y las almohadas contorneadas pueden ser útiles, según el tamaño, la edad, el estado y la actividad del paciente. La sedación o incluso la anestesia general pueden ser necesarias si el paciente no puede permanecer quieto durante la exploración.

4.2.3. Usos médicos

Un radiofármaco es un medicamento que puede usarse con fines de diagnósticos o terapéuticos. Se compone de un enlace de radioisótopo a una molécula orgánica. La molécula orgánica transporta el radioisótopo a órganos, tejidos o células específicos. El radioisótopo selecciona por sus propiedades.

Los radiofármacos más empleados son aquellos marcados con Tecnecio (^{99m}Tc), por ofrecer una facilidad de marcaje (unión de un isótopo radiactivo a

compuestos no radiactivos) con gran cantidad de moléculas y por su fácil obtención, mediante la elución de un generador de Molibdeno (^{99}Mo).

Bien sea para fines diagnósticos como terapéuticos, los usos médicos de la Medicina Nuclear se dividen en dos fases. La primera de ellas tiene como finalidad la administración del radiofármaco, el cual irá al órgano o tejido objeto de estudio. Destacar que este radiofármaco será, posteriormente, eliminado por vías naturales, especialmente la vía urinaria.

La segunda de las fases, tras la administración del radiofármaco en el paciente, tiene como objetivo la exploración del órgano o tejido, exploración que se lleva a cabo mediante la toma de diversas imágenes a través de la gammacámara.

Radiofármaco para diagnosticar: (obtención de imágenes)

Permiten la detección temprana de la enfermedad, ayudan en el manejo del paciente y las decisiones terapéuticas, y proporcionan una herramienta importante para seguir la efectividad de la terapia o evaluar la progresión de la enfermedad.

Existen numerosas aplicaciones clínicas beneficiosas del uso de la medicina nuclear. Algunos ejemplos incluyen imágenes de perfusión miocárdica, imágenes de tumores, imágenes del metabolismo óseo, detección de la función renal regional y relativa e imágenes del cerebro para detectar y localizar focos epilépticos y determinar la actividad de los tumores cerebrales.

Los radioisótopos que emiten rayos gamma penetrantes se utilizan para el diagnóstico donde la radiación tiene que escapar del cuerpo antes de ser detectado por un dispositivo específico (cámaras SPECT / PET). Normalmente, la radiación emitida por el isótopo utilizado para la obtención de imágenes desaparece por completo después de 1 día a través de la desintegración radioactiva y la excreción normal del cuerpo. Los isótopos más comunes para obtener imágenes son: $^{99\text{m}}\text{Tc}$, I-123, I-131, Tl^{201} , In^{111} y F^{18} .

Como tratamiento:

Los radioisótopos que emiten partículas de corto alcance (alfa o beta) se utilizan para la terapia debido a su poder para perder toda su energía en una distancia muy corta, lo que provoca un gran daño local.

Esta propiedad se utiliza con fines terapéuticos: destrucción de células cancerosas, tratamiento del dolor en cuidados paliativos para el cáncer óseo o la artritis. Tales isótopos permanecen más tiempo en el cuerpo que los de imagen; esto es intencional para aumentar la eficacia del tratamiento, pero esto se limita a varios días. Los isótopos terapéuticos más comunes son: I131, Y90, Rh188 y Lu177.

4.3. CAPÍTULO II: ENFERMERÍA EN MEDICINA NUCLEAR

4.3.1. El papel fundamental de los enfermeros

En el área de Medicina Nuclear, el papel que desempeñan los profesionales de enfermería abarca un gran número de responsabilidades que confieren al trabajo en esta área unas características diferenciadoras.

Los pacientes que acuden al área de Medicina Nuclear pueden tener diversas patologías, por lo que los procedimientos de valoración e intervención son distintos en función de cada paciente. En este sentido, los enfermeros y enfermeras deberán seguir un procedimiento general cuando los pacientes lleguen a la unidad de Medicina Nuclear, adaptando los aspectos citados anteriormente según las patologías a tratar.

De este modo, los profesionales de enfermería han de tener en cuenta, por una parte, las características de cada paciente, poniendo especial atención en la valoración del mismo puesto que la situación del paciente y las características específicas de su exploración pueden variar dependiendo de la patología a tratar (Fernández, 2005). Por otra parte, “han de planificarse en cada procedimiento las intervenciones que tengan que ser ejecutadas para su desarrollo, [...] y las que respondan a un diagnóstico enfermero abierto a ese paciente” (Fernández, 2005, p. 141).

No obstante, estos aspectos constituyen una mínima parte del trabajo de enfermería en el área de Medicina Nuclear. Además de esta programación del trabajo, los enfermeros y enfermeras son los profesionales de la sanidad que más expuestos se encuentran en esta unidad. Esta exposición viene fundamentada de acuerdo con mi experiencia personal, siendo los encargados de realizar las inyecciones que precisen los pacientes para su tratamiento específico.

Para este menester, es preciso que vayan vestidos con elementos de plomo para evitar riesgos, aspectos que serán tratados más adelante y que ponen en evidencia la gran responsabilidad que atañe su trabajo diario.

Esta responsabilidad va pareja con la peligrosidad de los fármacos usados, puesto que el personal de enfermería ha de tener grandes conocimientos especiales acerca de las inyecciones de dosis radiactivas, ya que éstas han de ser inyectadas al milímetro para evitar exceso de radiación. Asimismo, han de conocer los diferentes tipos de radiofármacos existentes en la unidad y sus diferentes usos, empleándolos siempre que sea necesario con garantías de seguridad. Es decir, cada vez que un profesional de enfermería inyecte radiofármacos, ha de hacerlo de tal forma que no se produzca ningún tipo de fuga ni derrame, así como evitar la rotura de recipientes que contengan dicho material radioactivo. Además, se ha de tener en cuenta que dichos radiofármacos pueden administrarse de diferentes modos, siendo los más habituales por vía intravenosa (Benedit, s.f.).

No solo eso sino que, como se verá más adelante, los enfermeros tienen una gran responsabilidad al ser los profesionales encargados de realizar los transportes del material radioactivo, manipulándolo mediante protectores de plomo y enseres que se verá más adelante y que comporta un añadido al trabajo. Este añadido viene dado, principalmente, por el peso de los materiales empleados para la protección de los enfermeros, así como el componente psicológico del trabajo.

Los profesionales de enfermería han de realizar un trabajo preciso y de un modo rápido, puesto que deben permanecer el mínimo tiempo en contacto con los pacientes, lo cual puede generar situaciones de estrés.

Además de todas las tareas realizadas por el personal de enfermería en relación a la manipulación de fármacos y material médico, los enfermeros también juegan un papel importante con los pacientes fuera del ámbito meramente médico, ya que son los encargados de guiarles durante su estancia en el área de Medicina Nuclear.

Los enfermeros y enfermeras, cuando reciben a un paciente en el área, han de informarle acerca de las pruebas que se le van a realizar, así como los pasos a seguir, tranquilizándole en todo momento. De este modo, se consigue que los pacientes confíen en el área en la que se encuentran, puesto que en muchas ocasiones pueden mostrarse reacios al tratarse de un área con radiación.

Tras esta primera toma de contacto con el paciente, el enfermero ha de solicitar el consentimiento del paciente o, en caso que no pudiese, el de un familiar (Benedit, s.f.). p.15).

Una vez realizados estos primeros pasos, y cuando el paciente ya se encuentre en el área de Medicina Nuclear, el profesional de enfermería será el encargado de realizar los cuidados que el paciente precise, bien sean físicos, psíquicos o sociales (Benedit, s.f.), a fin de garantizar que su estancia en la unidad sea lo más llevadera posible. Cuando las pruebas que debían realizársele al paciente hayan concluido, el personal de enfermería será el encargado de despedir al paciente informándole, tanto a él como a sus familiares, sobre la fecha aproximada en que estarán disponibles los resultados, pero nunca deberán dar información específica sobre dichos resultados (Benedit, s.f.).

Por tanto, el papel de los enfermeros y las enfermeras en el área de Medicina Nuclear es muy extenso y, en consecuencia, provoca que estos profesionales estén expuestos a una serie de riesgos en su lugar de trabajo que serán tratados a continuación.

4.3.2. Riesgos laborales

El término riesgo aplicado al ámbito laboral hace referencia a “la probabilidad de que ante un determinado peligro se produzca un cierto daño, pudiendo por ello cuantificarse” (Cortés, 2007, p.28). De este modo, en el ámbito de la Medicina Nuclear, los riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los trabajadores y, más concretamente, los profesionales de enfermería, pueden ser tanto físicos como psicológicos.

Haciendo referencia a los riesgos físicos, de acuerdo con el SESCAM, los trabajadores que pueden clasificarse como expuestos en cualquier área que tenga contacto con radiaciones, como es el caso de la Medicina Nuclear, son aquellos que, “por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, están sometidos a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público” (SESCAM, s.f., p.1).

En este sentido, en la siguiente tabla se muestra el límite de dosis para los trabajadores expuestos y para los miembros del público, haciendo distinción entre la dosis efectiva, la equivalente en el cristalino y en la piel y las extremidades. Al mismo tiempo, también se muestran los límites de dosis especiales establecidos para las trabajadoras embarazadas y los estudiantes.

Tabla 2: Efectos de las radiaciones ionizantes

	Trabajadores expuestos	Miembros del público
Dosis efectiva	100 mSv/5 años (máximo 50 mSv/año)	1 mSv/año
Dosis equivalente cristalino	150 mSv/año	15 mSv/año
Dosis equivalente piel y extremidades	500 mSv/año	50 mSv/año

	Límites especiales
Trabajadora expuesta embarazada	1 mSv/embarazo
Personas en formación y estudiantes	6 mSv/año

Fuente: La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, p.28

Estas dosis a las que están expuestas los trabajadores, en el caso que nos ocupa los enfermeros y enfermeras, “se determinan por dosimetría externa (riesgo de irradiación) o dosimetría interna (riesgo de contaminación), mediante medidas o análisis pertinentes” (La protección radiológica en el medio sanitario, 2012, p. 31).

Tabla 3: Riesgos en las aplicaciones médicas

Área	Irradiación externa	Contaminación
Radiodiagnóstico	Sí	No
Radioterapia	Sí	Infrecuente
Medicina nuclear	Sí	Sí
Radioinmunoensayo	Muy bajo	Sí

Fuente: La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, p.22

Como se observa en la tabla, la Medicina Nuclear conlleva riesgos de irradiación externa y contaminación para los trabajadores de dicha área. Por una parte, la irradiación externa supone un riesgo biológico para los trabajadores expuestos en función de la cantidad de la radiación y la energía de la misma (La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012). Por otra parte, la contaminación puede ser definida “como la presencia indeseada de radionucleicos en el ser humano (contaminación personal) o en el entorno que nos rodea (contaminación ambiental)” (La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, p.22).

Tanto la irradiación como la contaminación conllevan riesgos a nivel biológico en los trabajadores expuestos, si no se cumplen las medidas de seguridad convenientes. En el caso de que las medidas no se cumpliesen, los efectos que

tendrían a nivel biológico se dividirían en efectos estocásticos y efectos determinísticos.

Los efectos estocásticos “son aquellos producidos por daño en el ADN no reparado de alguna célula viable del organismo”(Costa, Ruiz, Bergua, s.f., p.566), mientras que los efectos determinísticos “están causados por el daño agudo causado sobre un gran número de células del organismo, que las llevan a morir” (Costa, Ruiz, Bergua, s.f., p.566)

Tabla 4: Efectos de las radiaciones

Efecto		Ejemplo
Estocásticos	<ul style="list-style-type: none"> ● Probabilidad de aparición proporcional a la dosis ● No existe dosis umbral ● Gravedad independiente de la dosis ● Somáticos o genéticos 	<p style="text-align: center;">Cáncer radioinducido</p> <p>La probabilidad de que un individuo expuesto desarrolle un cáncer es tanto mayor cuanto mayor es la dosis recibida</p>
Deterministas	<ul style="list-style-type: none"> ● Existe una dosis umbral ● Gravedad proporcional a la dosis ● Somáticos 	<p style="text-align: center;">Eritema y descamación seca en la piel</p> <p>Dosis umbral: 2-5 Gy aparición: tres semanas Con una dosis de 50 Gy se produce la muerte celular en las capas de la piel y la necrosis del tejido</p>

Fuente: La protección radiológica en el medio sanitario, 2012, P.26

El riesgo al cual están expuestos los profesionales de enfermería en el área de Medicina Nuclear no solamente se reducen a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes, sino que existen además otros riesgos físicos.

Los enfermeros y enfermeras han de transportar las dosis radioactivas y han de realizar todas sus tareas portando una vestimenta y unos enseres de plomo para contrarrestar los riesgos. El transporte de dosis radioactivas en cajas de plomo y su manipulación a través de pantallas plomadas conlleva un riesgo debido al peso del material. Asimismo, han de vestir con delantal de plomo, collarín de plomo, guantes plomados y gafas protectoras, de modo que los trabajadores se encuentran en una situación de riesgo por lo que conlleva el peso de dichos materiales, haciendo que la preparación del área, las dosis y el desarrollo de su trabajo sea más pesado y dificultoso debido a la limitación de la movilidad. A esta limitación ha de añadirse el hecho de que han de realizar su trabajo con rapidez, a fin de permanecer el menor

tiempo posible en el área con radiación, de modo que el peso de los materiales hace que la tarea sea más ardua.

Todo ello conlleva que los enfermeros y enfermeras deban tener un gran aguante físico, puesto que han de realizar movimientos como inclinarse para administrar las dosis a los pacientes, que al llevar puesto un equipamiento de plomo provoca que deban soportar un gran peso en condiciones delicadas.

De forma pareja a los riesgos físicos, los profesionales de enfermería del área de Medicina Nuclear se encuentran expuestos a una serie de riesgos psicológicos.

Al igual que para los pacientes estar en el área de Medicina Nuclear les puede crear reticencias, los enfermeros y enfermeras de dicha área pueden sentir una presión mayor a los trabajadores de otras unidades médicas. La rapidez con la que han de llevarse a cabo los procedimientos, con el objetivo de estar el menor tiempo posible cerca del paciente, supone un nivel de estrés en el trabajo para los enfermeros muy elevado. Han de trabajar de un modo rápido y, a la vez, efectivo y fuera de riesgos, evitando que se produzcan fugas o roturas en los enseres que contienen las dosis radioactivas.

Además, los enfermeros y enfermeras de Medicina Nuclear han de ser conscientes de que, el hecho de trabajar en un área radiológica, puede provocar en el resto de sus compañeros un cierto rechazo derivado de la exposición a radiación. Esto puede conllevar situaciones de estrés laboral al encontrarse en situación de incompreensión frente a otros profesionales sanitarios, lo cual puede llevar a situaciones de desmotivación por parte del personal de enfermería de Medicina Nuclear.

No solo eso sino que, desde una perspectiva personal, las situaciones de estrés también pueden derivarse de la escasez de materiales, antigüedad de los mismos (lo cual hace pensar sobre su adecuación para evitar riesgos laborales) e incluso negligencias de otros profesionales, derivadas del desconocimiento o falta de información acerca de los protocolos a seguir dentro de un área con radiación.

4.4. CAPÍTULO III: PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ENFERMERÍA NUCLEAR

4.4.1. Normativa vigente

En el ámbito de la Medicina Nuclear, al igual que ocurre en cualquier ámbito que conlleve un cierto riesgo para la salud, resulta esencial una regulación legislativa que permita determinar cuáles son los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores y pacientes y cómo pueden minimizarse dichos riesgos. Además, resulta fundamental dicha regulación legislativa para garantizar que la exposición a las radiaciones, en el caso que nos ocupa, sea la menor posible tanto para los trabajadores como los pacientes.

En este sentido, en nuestro país todos los ámbitos en los cuales se manipulen elementos radioactivos se ajustan a lo establecido por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), dentro del cual encontramos la Medicina Nuclear.

Dicha normativa se divide en Leyes y Reales Decretos. De un modo general, el CSN establece dos leyes básicas: la Ley 25/1964 de Energía Nuclear y la Ley 15/1980 de Creación del CSN, modificada por la Ley 33/2007.

Ambas leyes dibujan las líneas generales a tener en cuenta en todos los ámbitos en los cuales se empleen radiaciones. Por lo que respecta a la Ley 25/1964, tiene como finalidad establecer los principios de seguridad ante situaciones donde haya radiaciones ionizantes, regulando asimismo el uso de dichas radiaciones en diversos ámbitos.

En cuanto a la Ley 15/1980, su principal finalidad fue la creación del CSN como órgano competente en seguridad nuclear y protección en radiología.

Estas dos leyes dejan asentadas las bases sobre las cuales se sustentan los diferentes Reales Decretos, disposiciones legales que ponen el foco sobre aspectos más concretos.

- **Real Decreto 413/ 1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención controlada.**

Este Real Decreto tiene por objetivo establecer cuál es la protección radiológica operacional que han de recibir los trabajadores externos que se encuentren en riesgo por estar expuestos a radiaciones ionizantes. Esta disposición queda complementada por el Real Decreto 53/1992, disposición que aprueba el reglamento de protección sanitaria frente a radiaciones ionizantes.

Asimismo, en este Real Decreto se establecen cuáles han de ser las obligaciones de los trabajadores que estén en riesgo de recibir radiaciones ionizantes, así como establece qué toda infracción cometida de acuerdo con el presente Real Decreto conllevará una serie de sanciones.

Además, en esta disposición legal se establecen una serie de definiciones relacionadas con el ámbito de la radiología en sanidad, como lo son: zona controlada, trabajador externo, titular de la instalación, empresa externa, intervención de un trabajador, sistema de vigilancia radiológica, documento individual de seguimiento radiológico.

- **Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.**

Este Real Decreto tiene como objetivo fundamental justificar el uso de las radiaciones ionizantes con el fin de determinar la protección radiológica de las personas en diferentes exposiciones. Dichas exposiciones pueden dividirse en: exposiciones de pacientes para su diagnóstico o tratamiento médico, exposiciones de trabajadores encargados de la vigilancia de su salud, exposiciones de personas que se encuentren en programas de cribado sanitario, exposiciones de personas sanas o de aquellos pacientes que participen en programas de investigación y exposiciones de personas que participen en procedimientos médico-legales.

Asimismo, también se establecerá cuál es la justificación en cada una de dichas exposiciones, así como cuáles son las responsabilidades que conllevan dichas exposiciones a radiaciones.

Por último, se determina cuál es la protección radiológica que recibirán aquellas personas que, de forma voluntaria, presten ayuda a pacientes, así como cuál es la formación en protección radiológica necesaria.

- **Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.**

Esta disposición legal incluye las medidas necesarias para la protección radiológica de los pacientes, con el objetivo de asegurar unas exposiciones adecuadas y evitando así una exposición excesiva, todo ello garantizando un uso adecuado de las radiaciones ionizantes para una detección temprana de enfermedades y para el tratamiento de las mismas.

Además, el Real Decreto determina que todas las exposiciones a radiaciones ionizantes requerirán que estén llevadas a cabo bajo la responsabilidad de médicos y debidamente justificadas. Además, los profesionales médicos que empleen radiaciones ionizantes deberán haber sido formados para llevar a cabo dichos menesteres, habiendo adquirido los conocimientos necesarios sobre protección radiológica.

No solo el personal médico, sino que todo personal técnico que colabore en cualquier actuación que requiere el uso de radiaciones ionizantes deberá haber adquirido los conocimientos necesarios sobre protección radiológica.

En este Real Decreto también se determina que todas las instalaciones del espacio hospitalario, bien sean de radiodiagnóstico, radioterapia o de medicina nuclear, deberán ser supervisados por la Administración Sanitaria competente de acuerdo con los criterios de calidad en radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear.

Además, en el artículo 5.0 se determina que las instalaciones de radiodiagnóstico y de medicina nuclear tendrán un experto en radiofísica, cuya cualificación será determinada por Real Decreto, el cual también determinará cuáles serán las condiciones necesarias para obtener dicha cualificación.

Por último, en el artículo 6 se determina que todas aquellas instalaciones radiológicas deberán ser inscritas por el Ministerio de Sanidad y Consumo en el Censo Nacional de Instalaciones de Radiodiagnóstico, Radioterapia y de Medicina Nuclear.

- **Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.**

Este Real Decreto tiene como objetivo regular las instalaciones nucleares y radiactivas, así como todas aquellas instalaciones en las cuales se haga uso de radiaciones ionizantes.

Además, en esta disposición se distingue entre instalaciones nucleares e instalaciones radioactivas. Dentro de las instalaciones nucleares se incluyen: las centrales nucleares, los reactores nucleares, las fábricas que emplean combustibles nucleares y las instalaciones que almacenan sustancias nucleares. Por lo que respecta a las instalaciones radiactivas, se incluyen: las instalaciones que contengan radiaciones ionizantes, los aparatos que producen radiaciones ionizantes y todas las instalaciones en las que se usen, traten o manipulen materiales radiactivos.

- **Real Decreto 1841/1997, de 5 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear.**

El objetivo del Real Decreto es el establecimiento de criterios de calidad en Medicina Nuclear. La finalidad de este establecimiento es asegurar que la administración de los radiofármacos sea la adecuada, al tiempo que se asegura la protección radiológica del paciente.

Asimismo, en este Real Decreto se determina un programa de garantía de calidad, el cual incluirá procedimientos para una buena práctica, medidas de control de calidad de los radiofármacos y los instrumentos, así como los parámetros que se relacionan con la dosis absorbida por los pacientes.

Este programa de garantía de calidad determinará también cuáles son los recursos humanos y materiales mínimos necesarios, a la vez que determina las responsabilidades y obligaciones de los profesionales.

Además del programa de garantía de calidad, el Real Decreto incluye cuál es el procedimiento a seguir dentro de la Medicina Nuclear. Este procedimiento consta de tres partes principales: 1. Los procedimientos en medicina nuclear deberán estar escritos y serán actualizados y revisados de forma periódica, de modo que se optimicen las dosis absorbidas.

2. Los procedimientos en los cuales participen mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, se desarrollarán de modo que se disminuyan los riesgos a los que se expone la mujer.

3. Todos los procedimientos serán desarrollados por personal sanitario que tenga preparación para manipular material radiológico.

La información al paciente también será incluida en este Real Decreto, así como la especificación de las diferentes administraciones de fármacos, diferenciando entre administración de radiofármacos, administración de radiofármacos con fines diagnósticos y administración de radiofármacos con fines terapéuticos.

Por último, en los anexos de la disposición se incluirá cuál es la actividad máxima que no debe sobrepasarse por exploración y radiofármaco, además de cuáles son las pruebas mínimas necesarias para el control de calidad del equipamiento utilizado en medicina nuclear.

- **Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad de radiodiagnóstico.**

En este Real Decreto se determinan cuáles son los criterios de calidad de radiodiagnóstico con el objetivo de garantizar una adecuada protección radiológica para los pacientes y para los trabajadores expuestos a las radiaciones.

Asimismo, también se establece un programa de garantía de calidad en el cual se tiene en cuenta que las exploraciones radiológicas sean óptimas y estén debidamente justificadas, que se lleven a cabo medidas de control de calidad, tanto del equipamiento como de los sistemas de registro de datos y de visualización de imágenes. Además, se tendrá en cuenta que los indicadores de dosis deberán ser evaluados como mínimo una vez al año, se determinarán los recursos humanos y materiales necesarios, se fijarán las responsabilidades y obligaciones de todos los trabajadores así como el establecimiento de un programa de formación para los profesionales que tengan contacto con material radiológico.

Aquí también se tendrá en cuenta que los niveles de radiación deberán ser verificados, como mínimo, una vez al año, al tiempo que todos los incidentes o accidentes que puedan producirse deben ser registrados para poder ser investigados y que se apliquen las pertinentes medidas.

En este Real Decreto también se hace referencia a la información al paciente (artículo 9), cuáles son los requisitos y aceptación del equipamiento (artículo 11), así como el estado de referencia inicial del equipamiento (artículo 12).

- **Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.**

Este Real Decreto tiene como objetivo fijar las normas sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, tanto para los trabajadores como para las demás personas que puedan encontrarse en situación de riesgo.

Se considerarán personas en situación de riesgo aquellas que estén en presencia de radiaciones ionizantes, tanto de procedencia natural como artificial, considerándose dichas situaciones las siguientes: exploraciones mineras de elementos radioactivos (incluyendo su producción, manipulación, uso y almacenamiento, las manipulaciones de equipamiento eléctrico que emita radiaciones ionizantes, la manipulación de equipos que tengan fuentes radiactivas y toda aquella actividad en la cual se manipule material radiactivo y que sea definida por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Asimismo, esta disposición legal marca las normas básicas en protección radiológica, establece cuáles son las normas para vigilar y controlar las actividades en las que haya radiaciones ionizantes y el establecimiento de medidas para la protección de las personas expuestas. Además, también se tienen en consideración los límites de dosis que estarán autorizados tanto para los trabajadores, los pacientes y el público.

A este respecto hace referencia los artículos 8, 9, 10 y 11 del presente Real Decreto. El artículo 8 se centra en la aplicación de las dosis, poniendo el foco en las dosis que proceden del exterior; el artículo 9 hace referencia a la limitación de dosis para los trabajadores, así como el límite equivalente en el cristalino, las manos, antebrazos, pies y tobillos. Los dos últimos artículos, el 10 y el 11, hacen referencia a la protección durante el embarazo y la protección de las personas en formación y estudiantes, respectivamente.

Como se ha podido comprobar, la normativa nacional referente a la protección radiológica tanto a nivel general como a nivel sanitario y, más concretamente, en el ámbito de la medicina nuclear, es extensa. Además, toda ella versa sobre la protección frente a radiaciones, estableciendo unas normas claras sobre la manipulación de elementos radiactivos y un correcto uso de los mismos.

Sin embargo, pese a tener una normativa clara, en el día a día pueden existir prácticas negligentes que no se encuentran incluidas dentro de estas disposiciones legales. Si bien es cierto que en muchas de ellas aparece un artículo concreto dedicado a las infracciones, se trata de infracciones referentes al uso de material o instrumentación médica dentro del ámbito radiológico. No obstante, cabe destacar que pueden existir ciertas actitudes, como por ejemplo un uso inadecuado de los espacios en los cuales se llevan a cabo exploraciones radiológicas, que no se encuentra reflejado en la normativa y que puede dar una mala imagen del área de medicina nuclear.

Además, pese a que como ya se ha dicho la normativa al respecto es muy clara y completa, podemos encontrarnos ante situaciones en las cuales existe poco material o bien el que hay está desgastado. Sin embargo, es un material que se ajusta a la normativa y, por tanto, pese a su escasez, las disposiciones legales lo avalan ya que se ajusta a lo determinado en ellas.

Por tanto, la normativa vigente en nuestro país en lo referente a la protección radiológica es bastante completa y amplia. No obstante, es necesario que dicha normativa se siga y que se realicen las revisiones periódicas establecidas en las mismas, de modo que pequeñas infracciones o carencias en los servicios puedan ser solventados, no solamente para estar de acuerdo a lo marcado en la normativa, sino también para poder garantizar un mejor servicio a los pacientes, más seguro y más efectivo.

4.4.2. Estrategias para disminuir los riesgos del personal de enfermería

Como ya se ha visto anteriormente, toda práctica laboral conlleva una serie de riesgos, tanto para los trabajadores como para todas aquellas personas que puedan entrar en contacto con el lugar de trabajo en un determinado momento. En el caso de la medicina y, más concretamente, de la Medicina Nuclear, dichos riesgos laborales son derivados en su mayoría por el contacto con material radioactivo.

Si bien es cierto que se trata de procedimientos y prácticas médicas mínimamente invasivas para los pacientes, un contacto diario y continuado con el material y con las instalaciones dedicadas a su uso puede desencadenar una serie de riesgos para el personal que han de ser detectados y minimizados.

El personal de enfermería, como ya se ha visto, es el encargado de suministrar los radiofármacos, estar al lado del paciente informándole y tranquilizándole en todo momento, así como ha de ser el responsable de trasladar todo el material radioactivo que sea necesario. Todos estos procedimientos conllevan una serie de riesgos que han de ser solventados para que el desarrollo del trabajo de enfermería en el área de Medicina Nuclear sea llevado a cabo con total garantías de seguridad, tanto para pacientes como para profesionales.

Debido a ello, se ha de establecer un plan de protección radiológica que establezca unos protocolos básicos que todo el personal de enfermería ha de seguir para garantizar que no se produzca ningún tipo de accidente o contaminación con los radiofármacos y, en definitiva, con todo el material radioactivo que se manipula.

Por ello, la protección radiológica tiene como finalidad fundamental establecer “una metodología estructurada para la protección contra los efectos adversos de las radiaciones ionizantes”(La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, P.26), marcando así los pasos y pautas necesarias para conseguir que el trabajo con material radioactivo se desarrolle de un modo adecuado y seguro, protegiendo a todas aquellas personas que puedan entrar en contacto con dichos materiales y minimizando los riesgos derivados de los mismos.

Todo plan de protección frente a radiaciones ionizantes ha de seguir tres principios fundamentales: justificación, optimización y limitación de dosis y riesgo.

El principio de justificación se centra en la importancia de emplear radiaciones ionizantes siempre y cuando ello suponga un beneficio para la persona que lo está recibiendo, con lo cual de no ser así el uso de radiaciones ionizantes quedaría fuera de justificación.

El segundo de los principios, la optimización, se centra en las dosis de radiación, las cuales “deberán ser lo más bajas que sea razonablemente posible”(La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012, P.27), evitando así que se empleen más dosis de las necesarias pudiendo optimizar su uso.

Por último, el principio de limitación de dosis y riesgo se centra en que las dosis recibidas por los pacientes en aquellos tratamientos que lo requieran, nunca deberán estar por encima de los límites establecidos por la legislación vigente(La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012), lo cual supondría un riesgo considerable para los mismos.

Estos tres principios son fundamentales en toda protección radiológica, ya que establecen los criterios básicos y generales que garantizan que se haga un uso correcto, eficaz y óptimo de todo material radioactivo en el medio sanitario. Ahora bien, si centramos la atención en la protección radiológica que ha de recibir el personal de enfermería que está en contacto con radiaciones ionizantes, es necesario que sigan las tres medidas de protección fundamentales y generales cuando se encuentren con pacientes del área de Medicina Nuclear, como son: distancia, tiempo y blindaje (La protección radiológica en el medio sanitario/CSN, 2012. Benedit, s.f.).

- **Distancia:** si bien es cierto que no es preciso aislar a los pacientes de Medicina Nuclear, un aumento de la distancia entre el enfermero y el paciente que está recibiendo en ese momento tratamiento con radiofármacos o bien al material radioactivo en sí, resultará necesario para disminuir la cantidad de radiación ionizante. Esta disminución de la radiación será proporcional a la distancia establecida entre el profesional de enfermería y la fuente de radiación, de modo que se garanticen unas condiciones de trabajo adecuadas.
- **Tiempo:** una disminución del tiempo que se pasa cerca de la fuente de radiación garantizará una reducción de la radiación recibida. Para ello es necesario que el profesional de enfermería esté el menor tiempo posible con el paciente, de modo que deberá ser lo suficientemente experto y estar bien preparado y formado para llevar a cabo su trabajo empleando el menor tiempo posible.
- **Blindaje:** el blindaje se empleará como complemento a las dos medidas anteriores, de modo que la protección sea lo más efectiva posible. Éste consiste en la utilización de materiales que absorban las radiaciones ionizantes, como trajes especiales, de modo que el enfermero o la enfermera tenga una mayor seguridad durante la realización de su trabajo.

Tanto estas medidas como las mencionadas anteriormente es necesario que sean ampliamente conocidas por todos los trabajadores del área de Medicina Nuclear, a fin de que se cumplan evitando así riesgos.

Para que el personal médico y, en este caso, el personal de enfermería tenga conocimiento y plena formación en las medidas a seguir, es preciso que se realicen cursos formativos que proporcionen toda la información necesaria para que puedan desarrollar el trabajo del modo más efectivo y seguro posible. En estos cursos, no

solamente se tendrán en cuenta las medidas explicadas, sino también cuáles son los materiales protectores a emplear, las señales que identifican diferentes zonas o bien cómo se mide la cantidad de dosis de radiación a la que están expuestos a lo largo del día.

En primer lugar, tras el conocimiento de las medidas de protección, reconocer la señalización de las diferentes zonas y cuál es su significado tiene gran importancia, ya que ello informará a los enfermeros y enfermeras sobre cómo actuar en cada una de las zonas. Esta diferenciación de las zonas de trabajo se determina por las dosis de radiación previstas para un año, así como el riesgo potencial de contaminación o exposición a radiaciones ionizantes (La protección radiológica en el medio sanitario, 2012).

En el caso del área de Medicina Nuclear, las principales zonas diferenciadas serán las zonas controladas y las zonas supervisadas.

Las zonas controladas serán aquellas en las cuales se produzca la “preparación, almacenamiento e inoculación de radiofármacos, locales de adquisición de imágenes y local de desechos radioactivos” (Guerrero, 2012, P.6). Por su parte, las zonas supervisadas o vigiladas contendrán “el resto de las áreas del departamento de medicina nuclear” (Guerrero, 2012, P.6).

Tabla 5: Clasificación de zonas

TIPO DE ZONA	COLOR DEL TREBOL	CONDICIONES
ZONA VIGILADA		Existe la posibilidad de recibir más de 1 mSv de dosis efectiva al año o del 10% del límite anual de dosis equivalente en cristalino, piel o extremidades.
ZONA CONTROLADA		Existe la posibilidad de recibir más de 6 mSv de dosis efectiva o 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

Fuente: Sescam, s.f., p.3

Como queda establecido por el Sescam (Sescam, s.f., P.4), para poder trabajar en áreas con radiación es necesario saber cuáles son las normas de trabajo seguro del área de Medicina Nuclear, de modo que los trabajadores puedan cumplirlas, así

como saber cuál es el plan de emergencia en el caso que se produzca cualquier tipo de accidente radiológico. Asimismo, se ha de conocer cómo usar adecuadamente los equipos necesarios de protección radiológica, de modo que cumplan con su cometido de proteger ante radiaciones ionizantes.

Además de todas estas consideraciones, las trabajadoras que estén embarazadas deberán informar de su situación con el objetivo de valorar si los riesgos derivados del trabajo pueden llegar a influir en el embarazo. Asimismo, de acuerdo con los protocolos, se deberá proteger al feto de modo que las dosis de radiación recibidas a lo largo de un año no superen el 1 mSv.

Con la finalidad de controlar las dosis de radiación recibidas por los trabajadores, bien sean trabajadoras embarazadas o no, se precisa de dosimetría externa o dosimetría interna. La dosimetría externa permite determinar el riesgo de irradiación, mientras que la dosimetría interna permite determinar el riesgo de contaminación.

En el caso de los enfermeros y las enfermeras que trabajen en el área de Medicina Nuclear, el control de las dosis de radiación se realizará mediante dosimetría individual externa, a través de dosímetros “que permiten controlar mensualmente la dosis superficial y la dosis profunda” (La protección radiológica en el medio sanitario, 2012, p.31) basándose en el fenómeno de la terminoluminiscencia (TLD).

Este control de las dosis recibidas por los trabajadores se llevará a cabo mensualmente y empleando dosímetros tanto individuales para determinar las dosis absorbidas por los trabajadores expuestos, como vigilancia dosimétrica en las áreas de trabajo (Sescam, s.f.).

Por lo que respecta a la dosimetría individual, los trabajadores de enfermería del área de Medicina Nuclear han de estar correctamente formados en el uso de los dosímetros para garantizar que las dosis de radiación recibidas mensualmente son registradas y se ajustan a las determinadas por la legislación.

En primer lugar, se ha de diferenciar entre los diferentes tipos de dosímetros, los de solapa y los de muñeca o de anillo. En el caso de los dosímetros de solapa, han de llevarse a la altura del tórax, bien en el bolsillo delantero de la bata o sujeto con una pinza.

Su principal función es determinar la dosis de radiación absorbida por todo el cuerpo, registrando “la media de las dosis equivalentes personales profunda Hp (10) y superficial Hp (0,07)” (Centro Nacional de Dosimetría, 2013, recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper211.php>).

Figura 3: Dosímetro individual de solapa



Fuente: Sescam, s.f., p. 4

Por su parte, los dosímetros de muñeca o de anillo han de llevarse sujetos a la mano, siempre por debajo de los guantes. El dosímetro de muñeca tiene como finalidad registrar “la medida de dosis equivalente personal superficial Hp (0,07)” (Centro Nacional de Dosimetría, 2013, recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper221.php>), al igual que los dosímetros de anillo(Centro Nacional de Dosimetría, 2019, recuperado de <http://cnd.san.gva.es/dosimetros-de-anillo>).

Figura 4: Dosímetro de muñeca



Fuente: Centro Nacional de Dosimetría, 2013, recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper221.php>

Figura 5: Dosímetro de anillo



Fuente: Centro Nacional de Dosimetría, 2019, <http://cnd.san.gva.es/dosimetros-de-anillo>

El uso de estos dosímetros es individual y de uso personal para cada trabajador expuesto. Su uso es obligatorio durante la jornada laboral y son los trabajadores que lo emplean los responsables de los mismos, evitando pérdidas o extravíos.

Asimismo, los trabajadores han de tener en cuenta que dichos dosímetros se envían cada mes a un centro lector del Consejo de Seguridad Nuclear, de modo que las dosis absorbidas sean evaluadas a fin de comprobar si están dentro de los límites establecidos o si, por el contrario, los superan, en cuyo caso se procedería a establecer las medidas pertinentes (Sescam, s.f., p.4).

Todo trabajo en el área de Medicina Nuclear y en cualquier área en la cual haya radiaciones ionizantes, se han de seguir una serie de normas:

- La manipulación de las fuentes radiactivas se realizarán siempre en superficies no porosas cubiertas de papel de filtro para absorber el posible líquido derramado accidentalmente.
- El transporte del material radiactivo se realizará utilizando contenedores adecuados.
- Las excretas de los pacientes [...] se gestionarán como residuos radiactivos.
- Se establecerá una metodología de trabajo para minimizar la irradiación externa y la contaminación tanto de personas como de superficies.
- Se tomarán medidas para el control de material radiactivo en relación a la adquisición, almacenamiento, traslado y posterior gestión de residuos.” (La protección radiológica en el medio sanitario, 2012, P. 36).

Por tanto, los enfermeros y las enfermeras que trabajen en el área de Medicina Nuclear han de tener la formación necesaria para la utilización de los dosímetros individuales, para conocer las diferentes zonas del área, así como para conocer y respetar las normas de trabajo seguro. Sin embargo, como se ha expuesto en las medidas de protección, el blindaje constituye una de las medidas que complementa a las dos anteriores y que requiere, a su vez, una formación específica.

El blindaje se lleva a cabo mediante uniformes, prendas de vestir o materiales específicos que sirvan de barrera protectora contra las radiaciones ionizantes. Para ello, los enfermeros y las enfermeras que tengan que hacer uso de las mismas han de tener en cuenta que dichos materiales, al estar plomados, tienen un peso añadido para lo cual han de trabajar con el fin de evitar posibles lesiones.

En este sentido, resulta interesante formar a los enfermeros y las enfermeras a través de ejercicios con los que conseguir que su masa muscular se fortalezca y mediante pautas con las que realizar descansos y ejercicios físicos para evitar lesiones. Además, durante la formación de dichos trabajadores resultaría interesante facilitarles, no solamente las pautas y los ejercicios físicos, sino también información acerca de protectores o correctores posturales con los que evitar una sobrecarga muscular durante el trabajo y que puedan facilitar un trabajo más ágil y ligero.

Teniendo esto en cuenta, realizaremos un repaso a los diferentes elementos necesarios para el blindaje de los enfermeros y enfermeras durante su trabajo en el área de Medicina Nuclear.

Por una parte, los delantales de plomo son esenciales para el trabajo en el área de Medicina Nuclear y han de cubrir el cuerpo entero. Pese a su elevado peso, lo cual puede ser incómodo en ciertas ocasiones, su uso es fundamental para evitar que las radiaciones ionizantes penetren en el cuerpo de los trabajadores.

Figura 6: Delantal plomado



Fuente: AllMedica, s.f., recuperado de <https://www.allmedica.cl/app/proteccion-rx/12-delantal-plomado-05-pb.html>

Las jeringas con las que se inyecta el radiofármaco han de estar correctamente protegidas a fin de evitar que las radiaciones que emite el radiofármaco irradien al exterior. Estas protecciones pueden ser de dos tipos: protectores de cristal plomado o protectores de tungsteno.

Los protectores de jeringa de cristal plomado permiten “una perfecta visibilidad del interior de la jeringa sin comprometer la protección del operador” (Radiaprot, s.f., P.7). Sin embargo, uno de los inconvenientes que se pueden encontrar en el uso de este tipo de protectores es la fragilidad de los mismos, ya que con una pequeña caída puede producirse una rotura del mismo.

Figura 7: Protector de jeringa de cristal plomado



Fuente: Radiaprot, s.f., p.7

Por su parte, los protectores de jeringa de tungsteno garantizan una protección eficaz ya que disponen de 8mm de tungsteno y cristal plomado. Este tipo de protección es especial para la radiación Pet.

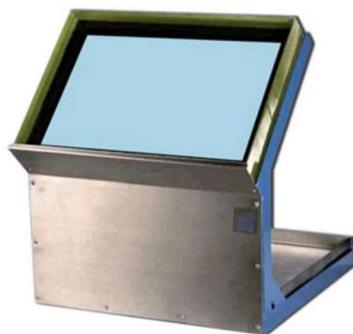
Figura 8: Protectores de jeringa de tungsteno



Fuente: Radiaprot, s.f., p.5

Para poder llevar a cabo la manipulación de los diferentes radiofármacos que posteriormente se inyectarán a los pacientes sometidos a tratamiento, es necesario que además del delantal plomado exista otra barrera de protección frente a radiaciones. En este caso, se emplearán barreras plomadas de sobremesa, las cuales permitirán una manipulación de los radiofármacos de una manera segura ya que permiten la protección del cuerpo y la cabeza del personal de enfermería que esté manipulando los materiales radioactivos.

Figura 9: Barrera plomada



Fuente: Radiaprot, s.f., p. 2

Además, para poder manipular los materiales radioactivos de un modo seguro también se hace necesario el uso de gafas protectoras y de guantes. Las gafas protectoras es recomendable que tengan cubierta de plomo y cristales plomados, de forma que las radiaciones no irradien los ojos de los trabajadores durante la manipulación de radiofármacos y material radioactivo general.

Por lo que respecta a los guantes, también han de tener recubrimiento plomado para garantizar una mayor seguridad durante la preparación de los radiofármacos y su manipulación y transporte.

Figura 10: Gafas protectoras



Fuente: Mercado Libre, 1999-2019, recuperado de <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-465055127-gafas-con-plomo-gafas-de-proteccion-contr-la-radiacion- JM?quantity=1>

Figura 11: Guantes protectores



Fuente: Protección Radiológica LTDA, 2019, recuperado de <https://www.proteccionradiologica.cl/productos/guantes-plomados/>

Además de los enseres necesarios para la manipulación segura de material radioactivo, también se hace necesario el uso de materiales que permita un transporte seguro de los materiales, no solamente para los enfermeros del área de Medicina Nuclear, sino para todo el personal del resto de áreas por las que puedan pasar los enfermeros al transportar el material radioactivo.

Los protectores de viales, al tener un recubrimiento de plomo, permiten un transporte seguro libre de riesgos de irradiaciones.

Figura 12: Protectores de viales



Fuente: Radiaprot, s.f., p.3

Asimismo, para poder transportar los radiofármacos desde el almacén hasta el área de Medicina Nuclear es necesario que se emplee un cajetín plomado que evite las irradiaciones durante su transporte, durante el cual se pasa por diferentes áreas y pueden encontrar tanto a personal sanitario como a pacientes.

Figura 13: Cajetín plomado



Fuente: Radiaprot, s.f., p.6

Por último, se ha de tener en cuenta que además de los materiales necesarios para la protección durante la manipulación de radiofármacos y su transporte, es preciso también que se disponga de contenedores especiales para desechar los residuos radioactivos derivados de los tratamientos en Medicina Nuclear.

Por una parte, se encuentran los contenedores de desechos de jeringuillas empleadas en la inyección de radiofármacos. Estos contenedores están formados por

una superficie no porosa y con una tapa con un recubrimiento de plomo para evitar las irradiaciones.

Figura 14: Contenedores de desechos de jeringuillas



Fuente: Radiaprot, s.f., p.6

Además, también se ha de disponer de contenedores para los demás residuos radioactivos. Éstos están contruidos con un recubrimiento de plomo para evitar las irradiaciones de los desechos una vez que ya se encuentran dentro del contenedor.

Figura 15: Contenedores para residuos radioactivos



Fuente: Radiaprot, s.f., p.8

Todos estos materiales son esenciales para poder garantizar que el trabajo en el área de Medicina Nuclear por parte de los enfermeros y enfermeras se desarrolla con máximas garantías de seguridad. Además, todo ello facilita que los trabajadores reciban el menor número de irradiaciones durante la manipulación de radiofármacos, la inyección de los mismos a los pacientes y la relación con los pacientes y sus familiares.

Asimismo, también son fundamentales para garantizar que ningún personal del centro sanitario se encuentre en peligro de recibir algún tipo de radiación, por ejemplo, durante los traslados de material o la eliminación de residuos radioactivos. Por ello, es esencial que todos estos materiales de blindaje se encuentren en perfecto estado y que todo el personal de enfermería tenga la formación correcta y suficiente para una correcta utilización de los mismos.

Para ello, como ya se ha comentado, el desarrollo de cursos formativos con los que aportar al personal de enfermería con los conocimientos necesarios para poder desarrollar su trabajo en el área de Medicina Nuclear resulta de suma importancia. Es necesario que sepan, no solamente cuáles son los pasos a seguir y cómo emplear los materiales, sino también cómo cuidar dichos materiales para que estén en buenas condiciones para su uso.

4.5. CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE UN CASO CONCRETO

Con la finalidad de profundizar en los riesgos laborales a los que se exponen los enfermeros y enfermeras y poder, de este modo, establecer un plan de prevención ajustado a la realidad, en este apartado se analizará un caso concreto a partir del cual se podrá establecer una planificación preventiva real.

El caso concreto a analizar se sitúa en un área de Medicina Nuclear situado en un hospital público. Esta área fue inaugurada en los años 70/80 del siglo XX, momento desde el cual está activo sin descanso. A lo largo de los años se han ido renovando los enseres y materiales del área, cumpliendo en todo momento con la legislación vigente.

Los delantales plomados usados por los enfermeros y enfermeros fueron renovados hace 3 años debido a que ya se encontraban desgastados, estado que precisaba un cambio debido al uso continuado. Destacar que los delantales de plomo usados en el área cubren hasta la zona de debajo del abdomen, de modo que se cumple con las exigencias de protección.

Por lo que respecta a otras medidas de protección personal frente a radiaciones, el personal de enfermería dispone de gafas protectores, aunque solamente desde hace 1 año. Anteriormente el personal trabajaba sin emplear protección ocular contra radiaciones.

Asimismo, también disponen de guantes para la manipulación de los radiofármacos, aunque no se dispone de la cantidad suficiente. Se dispone de 1 par de guantes para cada 5 enfermeros que trabajan a la vez, de modo que el personal de enfermería no dispone de cantidad suficiente para una protección segura. Además, en muchas ocasiones dichos guantes no se utilizan puesto que al ser gruesos dificultan el trabajo y ralentizan la técnica, por lo que hay algunos profesionales que no los usan.

Por lo que respecta a los protectores de jeringa no son renovados siempre con la misma frecuencia, sino que se sustituyen siempre que se hayan roto. Cuando esto ocurre, se encarga el número de protectores que se hayan roto. Estos protectores son tanto de cristal plomado como de tungsteno, éstos últimos específicos para radiación Pet.

En cuanto a otros materiales de los que se disponen en el área encontramos los contenedores específicos para residuos. Estos contenedores son plomados, pero no se dispone de contenedores para la segregación de residuos. Este aspecto es muy importante ya que cada radiofármaco tiene una vida media diferente, con lo cual su proceso de eliminación no puede ser el mismo para todos.

Por ese motivo, al emplear un solo contenedor para la eliminación de varios radiofármacos, se tienen en cuenta los periodos para cambiar los contenedores, teniendo en cuenta el nivel de actividad del material radioactivo una vez desechado para que, en el cambio de contenedor no exista peligro de irradiación.

Además, también se dispone de un protector plomado destinado a servir de receptáculo para el vaso donde se contenga el radiofármaco que esté destinado a ser administrado vía oral, de modo que el paciente pueda tomárselo sin tocar el fármaco con las manos. Sin embargo, hay que destacar que este protector es rudimentario y no está diseñado correctamente puesto que no garantiza que contenga la radiación de un modo adecuado para evitar que los pacientes o los profesionales se irradien, además de no ser un instrumento de trabajo homologado y autorizado.

Por último, para transportar los radiofármacos hacia las zonas externas del hospital, se disponen cajetines plomados que cumplen con las exigencias para evitar la irradiación de los radiofármacos transportados.

Por lo que respecta a las zonas de trabajo, en el área se dispone de una sala de inyección de radiofármacos. En esta sala se siguen los protocolos establecidos y se cumplen las reglas básicas de radioprotección (tiempo, distancia y blindaje). Asimismo,

en esta sala se dispone de una mesa en vez de una camilla, ya que ello facilita el trabajo de los enfermeros y enfermeras aportando una mayor agilidad al trabajo. Posee comunicación directa con la Radiofarmacia a través de una abertura en forma de ventana.

Además de esta sala, en el área se dispone de otra sala que, pese a no estar preparada para la inyección de radiofármacos, se usa también con la misma finalidad. La diferencia con respecto de la sala destinada específicamente para las inyecciones es que en esta sala las dosis de radiofármacos no proceden directamente de la Radiofarmacia, sino que el enfermero o la enfermera debe transportarlas desde la sala de inyecciones principal, atravesando un pasillo de unos 4 metros, hasta llegar a dicha sala donde espera el paciente a ser inyectado. Una vez finalizada la técnica, se deben volver a transportar los residuos hasta la sala de inyección, ya que es allí donde se ubican el contenedor destinado a residuos radiactivos.

Esta última práctica conlleva un serio riesgo para todo el personal del área, puesto que, al transportar los radiofármacos desde la sala de inyecciones principal a la otra sala se está irradiando a todas las personas con las que el enfermero o enfermera que transporte la batea se encuentre, así como una exposición añadida del propio profesional.

Además, también se han encontrado ciertas deficiencias en cuanto a la protección del personal de enfermería frente a radiaciones. Una de esas deficiencias la encontramos en los protectores de jeringuillas, especialmente los de cristal plomado. Al ser un material que se puede romper con mayor facilidad que los de tungsteno, algunos se encuentran agrietados, lo que produce que no blinde de forma adecuada ya que la radiación se “filtra”. También se destaca el desgaste propio del cristal, que no permite una clara visión de la jeringuilla que contiene, llevando en ocasiones, a poder contaminar el espacio de trabajo. Esto supone un riesgo añadido, ya que la radiación no desaparece limpiando el punto contaminado, queda latente hasta que el radiofármaco decae su vida media. Por lo tanto, una zona contaminada es una zona extra que emite radiación.

Por último, también encontramos ciertas deficiencias por lo que al comportamiento de los trabajadores respecta. En este caso concreto que se está analizando, encontramos que existen algunas personas que beben o comen en las salas de inyección e incluso en las gammacámaras. Esto supone un riesgo, tanto para el personal como para la sala en sí que puede resultar contaminada, de modo que

debería establecerse un protocolo específico para acabar con conductas de este tipo y concienciar de los riesgos inertes a ellas.

Las instalaciones cumplen el diseño que el CSN exige para el funcionamiento de una unidad de Medicina Nuclear.

Tras analizar cuáles son las condiciones de trabajo a las que se enfrentan diariamente los trabajadores de enfermería en el área de Medicina Nuclear elegida, es el momento de determinar si en dicho caso existen responsables de protección radiológica y cuáles son las medidas seguidas para garantizar que se cumplan los protocolos necesarios.

En el centro hospitalario analizado, los responsables de la protección radiológica del área de Medicina Nuclear es el servicio de Radioprotección, servicio independiente del servicio de prevención de riesgos laborales del hospital. Este departamento se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores en cuanto a radiaciones ionizantes y no ionizantes, asegurando la correcta aplicación de los protocolos y medidas de seguridad exigidos por el CSN. El servicio de prevención de riesgos laborales, vela por la aplicación de protocolos de salud y buenas prácticas generales.

Además, debido a la importancia de una buena preparación por parte del personal sanitario, en el centro hospitalario analizado se exige la licencia de operador de instalaciones radioactivas, licencia expedida por el CSN, tras la superación de un curso de formación y del reconocimiento médico exigido para trabajar con radiaciones ionizantes

Del mismo modo, desde el mismo centro hospitalario se ofrecen cursos formativos, aunque todos ellos son básicos y no están enfocados al trabajo con radiaciones y a su protección dentro de la medicina nuclear, de modo que la formación por parte del centro hospitalario es un poco deficiente para con los trabajadores de dicha área.

Debido a ello, consideramos necesario establecer un plan concreto que tenga como finalidad conseguir que el área de Medicina Nuclear disponga de todos aquellos elementos necesarios para poder poner en marcha un plan de protección radiológica actualizado para todos los trabajadores del área. Por ello, en primer lugar, es necesario determinar cuáles son los riesgos laborales a los que los trabajadores son expuestos, cuáles son los trabajadores que se exponen a cada tipo de riesgo y cuáles son las medidas concretas a poner en práctica para minimizar dichos riesgos.

Tabla 6: Especificación de riesgos laborales en Medicina Nuclear

Riesgos	Tipo de riesgo	Trabajadores expuestos	Medidas de prevención
Irradiación externa	Biológico	Médicos, enfermeros/as, auxiliares de enfermería.	Uso de materiales protectores plomados.
Contaminación	Biológico	Médicos, enfermeros/as, auxiliares de enfermería.	Uso de materiales protectores plomados.
Lesiones físicas (espalda, hombros...debido al peso de los materiales)	Físico	Médicos, enfermeros/as.	Uso de fajas, corsés.
Estrés	Psicológico	Enfermeros/as.	Formación

Fuente: elaboración propia

Con esta tabla se deja patente cuáles son los principales riesgos a los que se exponen los trabajadores del área de Medicina Nuclear y las medidas preventivas a emplear para minimizar dichos riesgos.

Consideramos que en un área como la que estamos tratando de un modo más profundo, sería necesario poner en marcha una acción formativa concreta que venga a informar a los trabajadores sobre la normativa legal que protege el desempeño de su puesto de trabajo, así como, la manera correcta de aplicar todos los utensilios, y cuáles son los riesgos de no emplearlos dentro de desempeño diario de las tareas a realizar en el día a día. Además, se contempla la necesidad de aumentar los materiales y utensilios necesarios que permitan trabajar al equipo en condiciones óptimas.

De esta forma hemos trazado un presupuesto que viene a defender las necesidades latentes de esta área en la que se especifica el coste de aspecto

necesario, que pueda contribuir a un correcto funcionamiento de la unidad. Además, se debería de tener en cuenta la vida útil de cada elemento y en base a esto, ir reponiendo en función de las necesidades.

Tabla 7: presupuesto

Instrumentos	Cantidad	Precio	Total
Delantal plomado	5 unidades	99€	495€
Protector de jeringa de cristal plomado	10 unidades	150€	1500€
Protectores de jeringa de tungsteno	3 unidades	200€	600€
Barrera plomada	2 unidades	359€	718€
Gafas protectoras	10 unidades	190€	1900€
Guantes protectores	10 pares	35€	350€
Protectores de viales	10 unidades	15€	150€
Cajetín plomado	3 unidades	50€	150€
Contenedores plomados de Desechos para Jeringuillas	3 unidades	40€	120€
Contenedores plomados de residuos	2 unidades	180€	360€
Acción Formativa	11 sesiones	240€	2640€
		Subtotal	8.983€
		IVA 21%	1.886,43€
		Total	10.869,43€

Fuente: elaboración propia

Con este presupuesto se tiene en cuenta el coste tanto el coste de los materiales de protección radiológica de forma individual, como el coste total que tendría el número de cantidades necesarias para cubrir las necesidades de protección del área analizada. Asimismo, el presupuesto constituye un elemento de planificación de suma importancia ya que prevé el coste económico que tendría cubrir todas las

necesidades de protección a fin de que el trabajo en el área de Medicina Nuclear sea lo más efectivo posible. Pese a que, tal y como se refleja en la tabla, el presupuesto puede ser elevado, es fundamental que estos aspectos básicos queden cubiertos para evitar problemas de salud en los trabajadores y trabajadoras del área de Medicina Nuclear.

Además de ello, no solamente se hace necesario un uso adecuado de los enseres básicos de protección frente a radiaciones, sino que también es fundamental que los trabajadores que se encuentren en situaciones de exposiciones a radiación reciban una correcta formación que les permita conocer cuáles son los riesgos laborales a los que se enfrentan, cuáles son las medidas a seguir, cuál es la legislación vigente que las rige y cómo proceder en su trabajo diario para evitar riesgos.

Esta formación ha de ser realizada por todo el personal sanitario que trabaje en el área de Medicina Nuclear, de modo que se garantice un amplio conocimiento por parte de los trabajadores de los riesgos a los que están expuestos.

Dicho plan de formación puede realizarse a lo largo de un año, siendo de una frecuencia mensual (salvo el mes de agosto que no tendría formación al tratarse del mes vacacional). De este modo, a lo largo de un año existirían 11 formaciones, siendo cada mes una formación que giraría en torno a un tema diferente.

Tabla 8: planificación de formación

UNIDADES DE FORMACIÓN	OBJETIVOS	FECHA
1. Riesgos laborales: conceptos básicos.	- Conocer qué se define por riesgos laborales y cuáles son los elementos principales de los mismos.	Septiembre
2. Las radiaciones: tipos y efectos.	- Conocer qué son las radiaciones, qué tipos hay, los tipos más frecuentes en sanidad y sus efectos sobre las personas.	Octubre
3. Las radiaciones en Medicina Nuclear: radiofármacos y	- Profundizar en las radiaciones, especialmente las presentes en Medicina Nuclear, de qué se	Noviembre

gammacámaras.	componen los radiofármacos y cómo funcionan las gammacámaras.	
4. Uso diagnóstico de las radiaciones en Medicina Nuclear.	- Conocer cuáles son los usos diagnósticos que se desarrollan en el área de Medicina Nuclear.	Diciembre
5. Uso médico de las radiaciones en Medicina Nuclear.	- Conocer cuáles son los usos médicos que se desarrollan en el área de Medicina Nuclear	Enero
6. El personal sanitario en Medicina Nuclear.	- Definir las funciones de los diferentes miembros del personal sanitario en el área de Medicina Nuclear.	Febrero
7. Riesgos laborales derivados de las radiaciones.	- Especificar cuáles son los riesgos a los que se encuentra expuesto el personal sanitario debido a las radiaciones presentes en el área.	Marzo
8. El control de las radiaciones en Medicina Nuclear.	- Determinar cómo se realiza un control de las radiaciones recibidas diariamente por el personal sanitario y cuáles son las dosis de radiación absorbidas por el personal.	Abril
9. Equipamiento del personal sanitario.	- Conocer y profundizar en el equipamiento que ha de usar el personal sanitario durante su trabajo en Medicina Nuclear para un uso correcto y adecuado.	Mayo
10. Equipamiento de los espacios y transporte seguro de materiales.	- Conocer cuál es el equipamiento para realizar transportes seguros de materiales radioactivos, así como para realizar una manipulación segura.	Junio

11. Legislación.	- Conocer cuál es la legislación vigente en materia de protección laboral y exposiciones a radiaciones.	Julio
-------------------------	---	-------

Fuente: elaboración propia

De este modo, quedaría cubierta la formación del personal sanitario a través de temas en los cuales se traten todos los conceptos necesarios para que desarrollen su trabajo diario del modo más seguro posible.



5. RESULTADOS

Con la elaboración del presente trabajo se han obtenido una serie de resultados que van parejos a los objetivos planteados en un inicio. En primer lugar, destacar que los resultados obtenidos son positivos por diferentes motivos.

Por una parte, gracias al trabajo de investigación se ha podido profundizar en los riesgos laborales a los que se exponen los trabajadores del área de Medicina Nuclear, con lo cual este resultado ha sido positivo en cuanto que se ha podido realizar un estudio completo acerca de los riesgos, los orígenes de dichos riesgos y los posibles efectos de dichos riesgos.

Por otra parte, el trabajo de investigación también ha permitido establecer una lista de las medidas de protección para evitar dichos riesgos, con lo cual el resultado también ha sido positivo en tanto que se ha podido establecer una relación directa entre los riesgos existentes y las medidas de protección.

Por último, el análisis de una unidad real ha permitido dotar al trabajo de mayor profundidad y realismo al conseguir relacionar toda la información obtenida mediante la investigación teórica con la investigación práctica. Con ello, el resultado global del trabajo ha sido positivo en tanto que se han alcanzado los objetivos y se han abierto nuevos horizontes de investigación.

6. CONCLUSIONES

Tras la elaboración del presente trabajo, se han podido dibujar una serie de conclusiones que nos disponemos a abordar. Ante todo, cabe decir que con la elaboración del mismo se ha pretendido conseguir los objetivos planteados al inicio del trabajo. Por una parte, se ha conseguido definir el término de Medicina Nuclear, determinando cuál es su principal finalidad, cuáles son sus utilidades dentro del ámbito de la medicina y la salud y cómo su uso puede resultar beneficioso para el tratamiento de ciertas enfermedades.

Asimismo, también se ha podido profundizar más en el ámbito de la Medicina Nuclear centrando la atención en los riesgos laborales derivados del trabajo en dicha área. Si bien es cierto que se trata de una rama de la medicina que aporta múltiples beneficios para ciertas enfermedades, ello no implica que tenga ciertos riesgos para el personal que se encuentra en dichas zonas. Es por ello que uno de los objetivos primordiales del trabajo era investigar acerca de los riesgos que conlleva trabajar en el área de Medicina Nuclear, ya que al tratarse de un área donde se tiene contacto con material radioactivo sus riesgos son diferentes a los presentes en otras zonas de un centro de salud.

Junto con ello, no se puede hablar de riesgos laborales sin establecer cuáles son las posibles medidas preventivas que faciliten un trabajo más seguro en el área. Además, se ha pretendido investigar acerca de las medidas tanto a nivel personal como a nivel de zona que se deben llevar a cabo para garantizar que el personal sanitario, y en el caso que nos ocupa, el personal de enfermería se encuentre exento de recibir grandes dosis de radiación. Para ello, se han analizado cuáles son los materiales que todo personal de enfermería ha de usar durante su trabajo en el área de Medicina Nuclear, qué elementos han de emplear durante la manipulación de elementos radioactivos y cuáles son los recipientes adecuados que se han de disponer para garantizar la máxima seguridad antes, durante y tras la utilización de radiofármacos.

No solo eso, sino que también se ha tenido en cuenta cuáles son los protocolos a seguir por parte del personal de enfermería que garanticen una mayor seguridad, así como las disposiciones legales en las que todo protocolo de protección radiológica ha de basarse y que han de cumplirse para unas garantías de seguridad y éxito en el trabajo.

Finalmente, todos estos aspectos que han sido analizados mediante la revisión bibliográfica han sido sustentados y contrastados con un caso real. Esto ha servido para poder aportar una visión más realista al tema tratado, pudiendo comprobar si los procedimientos, materiales y protocolos establecidos en la teoría se seguían en la práctica en un caso concreto. Si bien es cierto que cada área de cada unidad hospitalaria es diferente, sí que ha servido para poder establecer una comparativa y poder determinar unos posibles puntos débiles que, si bien no es posible generalizar, sí que son un referente sobre los que partir para un posible futuro estudio.

De este modo, gracias a un análisis concreto acerca de los riesgos a los que se expone cada tipo de trabajador en el área, los costes reales que conllevaría dotar al área de Medicina Nuclear de los materiales preventivos necesarios y la organización de un plan formativo para que el personal sanitario que trabaje en dicha área tenga plenos conocimientos sobre los riesgos laborales, sus causas y consecuencias, los métodos preventivos y la legislación vigente al respecto, se ha podido dar una visión más focalizada acerca del tema de la seguridad en el trabajo.

Es por ello, que una futura línea de investigación podría ser la profundización de todos estos últimos elementos analizados en varias unidades de Medicina Nuclear, a fin de poder establecer una comparativa real que sea contrastada con las bases teóricas. De este modo, se podría realizar un trabajo de campo más extenso que nos permita dibujar estadísticas acerca del cumplimiento o no de las medidas de protección radiológica, la formación del personal y las posibles carencias encontradas.

Sin embargo, aunque el trabajo puede extenderse en un futuro, gracias a la investigación realizada en el presente trabajo, tanto a nivel teórico como práctico, hemos podido alcanzar los resultados previstos. De ellos destacaremos, como ya se ha mencionado, la especificación de las medidas protectoras que han de emplear todos los profesionales de enfermería en el área de Medicina Nuclear. Asimismo, también hemos conseguido profundizar en el papel que tienen los enfermeros y enfermeras en el área, papel fundamental para un correcto funcionamiento de la misma. Por tanto, los resultados alcanzados han sido satisfactorios, en tanto que nos han permitido conocer las medidas necesarias que han de usarse frente a los riesgos radiológicos a los que se enfrentan diariamente los profesionales de la salud del área de Medicina Nuclear.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benedit Gómez, A. (s.f.). *Manual de exploraciones en Medicina Nuclear para enfermería*. Hospital Universitario Reina Sofía. Junta de Andalucía, Consejería de Salud.
- Casado Latorre, C. y Chavarría Lorente, M.A. (2004). *Técnicas de exploración en Medicina Nuclear*. Barcelona: Masson.
- Características técnicas de los dosímetros de solapa. (2013). *Centro Nacional de Dosimetría*. Recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper211.php>
- Características técnicas de los dosímetros de muñeca (2013). *Centro Nacional de Dosimetría*. Recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper221.php>
- Cortés Díaz, J.M. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales. Seguridad e higiene en el trabajo*. Tébar: Madrid.
- Costa Mateu, J.; Ruiz Montilla, M.J.; BerguaCanelles, D. (s.f.). *Capítulo XVII. Protección radiológica*. Unidad de Hemodinámica, Hospital Universitari Arnau de Vilanova, Lleida.
- Díaz y Haro del Moral (2004). *Técnicas de exploración en Medicina Nuclear*. Barcelona: Masson.
- Dosímetros de anillo (2019). Centro Nacional de Dosimetría. Recuperado de <http://cnd.san.gva.es/dosimetros-de-anillo>
- Delantal plomado 0,5 PB (s.f.). AllMedica. Equipos médicos. Recuperado de <https://www.allmedica.cl/app/proteccion-rx/12-delantal-plomado-05-pb.html>
- Fernández Sola, C. (2005). *Enfermería radiológica*. Almería: Sistemas de Oficina de Almería, S.A.
- Fernández Sola, C.; Granero Molina, J. y Aguilera Manrique, G. (2009). *Mapa de cuidados para pacientes sometidos a procedimientos en servicios de medicina nuclear*. Universidad de Antioquia. Medellín, XXVII, 1, p. 118-130.
- Gafas con plomo, gafas de protección contra la radiación (1999-2019). *Mercado libre*. Recuperado de <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-465055127-gafas-con-plomo-gafas-de-proteccion-contra-la-radiacion- JM?quantity=1>

Guantes plomados (2019). *Protección radiológica LTDA*. Recuperado de <https://www.proteccionradiologica.cl/productos/guantes-plomados/>

Guerrero Cancio, M.C. (2012). *Aspectos generales de protección radiológica en medicina nuclear*. AlasbimnJournal. Recuperado de <http://www.alasbimnjournal.net/contenidos/aspectos-generales-de-proteccion-radiologica-en-medicina-nuclear-55?cap=como-protegernos-en-medicina-nuclear>

Historia de la Medicina Nuclear (2015). *SEMNUM*. Recuperado de <https://www.semnum.es/pages/historia-de-la-medicina-nuclear>

La protección radiológica en el medio sanitario (2012). *Consejo de Seguridad Nuclear*. Madrid.

Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear.

Ley 33/2007, de 7 de noviembre, de reforma de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

Medicina Nuclear (s.f.). *EcuRed*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Medicina_nuclear

Medicina Nuclear. Accesorios y protección. *Radiaprot*. Madrid. <http://www.radiaprot.com/pdf/producto01.pdf>

Núñez, M. (2008). *Protección radiológica en Medicina Nuclear*. Escuela Universitaria de Tecnología Médica UdelaR, Montevideo, Uruguay.

Protección radiológica/CSN (2012). *Consejo de Seguridad Nuclear*. Madrid.

Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.

Real Decreto 413/ 1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención controlada.

Real Decreto 1841/1997, de 5 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear.

UMH - Máster universitario en PRL “Seguridad laboral en medicina nuclear: el papel de los enfermeros y su protección especial.”

Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad de radiodiagnóstico.

Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.

SESCAM (s.f.). *Normas de trabajo seguro para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes II. Nº 26.* Servicio de Salud de Castilla La Mancha.

Tecnología de vanguardia (2019). *Clínica Universidad de Navarra*. Recuperado de <https://www.cun.es/quienes-somos/la-clinica/tecnologia/gammacamara>



8. BIBLIOGRAFÍA

Legislación (2015). SEMNIM. Recuperado de <https://www.semnim.es/pages/legislacion>

Protección radiológica (2019). Consejo de Seguridad Nacional (CSN). Recuperado de <https://www.csn.es/proteccion-radiologica>

Protección radiológica de los trabajadores (2019). Consejo de Seguridad Nacional (CSN). Recuperado de <https://www.csn.es/proteccion-radiologica/trabajadores>

Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR). Grupo Senda. Recuperado de <https://www.sepr.es/>



