



Radiofármacos en medicina nuclear del INAMEN en la gestión 2021

Radiopharmaceuticals in nuclear medicine of INAMEN in 2021

^{1*}Julio Cesar Gutiérrez Condori, <https://orcid.org/0000-0002-7452-0135>

¹Julieta Mónica Mariscal Rojas, <https://orcid.org/0009-0003-3335-1472>

¹Unidad de Radiofarmacia, Instituto Nacional de Medicina Nuclear, La Paz, Bolivia.

*Autor de correspondencia: julcesrad619@gmail.com

Fecha de recepción: 30 mayo 2023

Fecha de aceptación: 19 diciembre 2023

Resumen

Introduction: Una de las áreas de la farmacia vinculadas a la radiación ionizante es la Radiofarmacia que se refiere al estudio, preparación, control y dispensación de los radiofármacos a nivel industrial y hospitalaria. Se entiende como radiofármaco a cualquier producto que esté preparado para su uso con la finalidad diagnóstica y terapéutica que contenga uno o más radionucleidos (isótopos radioactivos) que son utilizados en combinación con moléculas o solos para ser administrados por vía oral o parenteral. El Instituto Nacional de Medicina Nuclear (INAMEN) a nivel nacional lidera ese campo desde 1962 al servicio de la población boliviana.

Objetivo: Determinar el uso y diagnóstico de los radiofármacos que son utilizados con mayor frecuencia en medicina nuclear en el INAMEN en la gestión 2021.

Abstract

Background: One of the areas of pharmacy linked to ionizing radiation is Radiopharmacy, which refers to the study, preparation, control and dispensing of radiopharmaceuticals at an industrial and hospital level. A radiopharmaceutical is understood as any product that is prepared for use for diagnostic and therapeutic purposes that contains one or more radionuclides (radioactive isotopes) that are used in combination with molecules or alone to be administered orally or parenterally. The National Institute of Nuclear Medicine (INAMEN) at the national level has led this field since 1962 at the service of the Bolivian population.

Objective: Determine the use and diagnosis of the radiopharmaceuticals that are most frequently used in nuclear medicine in the INAMEN in the 2021 administration.

Methodology: Descriptive and retrospective study where the reports



Metodología: Estudio descriptivo y retrospectivo donde se analizaron los reportes de solicitud de preparación y dispensación de radiofármacos en el laboratorio de Radiofarmacia del INAMEN. Estos datos fueron procesados para determinar que radiofármacos son los más demandados para el diagnóstico y terapia medica nuclear en nuestro departamento.

Resultados. Se determinó que de las 2100 solicitudes presentadas al laboratorio de Radiofarmacia, el 42% corresponde al metilen difosfonato-99mTc, el 21% corresponde a los isotopos de 99mTc y el 11% corresponde al isotopo 131I.

Conclusión. El análisis de los datos concluye que la principal demanda de radiofármacos es para radiotrazadores de tumores y para la yodoterapia.

requesting the preparation and dispensing of radiopharmaceuticals in the INAMEN Radiopharmacy laboratory were analyzed. These data were processed to determine which radiopharmaceuticals are the most in demand for nuclear medical diagnosis and therapy in our department.

Results: It was determined that of the 2100 applications submitted to the Radiopharmacy laboratory, 42% correspond to methylene diphosphonate-99mTc, 21% correspond to 99mTc isotopes and 11% correspond to 131I isotopes.

Conclusion: The analysis of the data concludes that the main demand for radiopharmaceuticals is for tumor radiotracers and iodotherapy.

Palabras claves

Radiofármaco, radiofarmacia, yodoterapia, medicina nuclear

Key words

Radiopharmaceutical, radiopharmaceuticals, iodotherapy, nuclear medicine.

INTRODUCCIÓN

La Radiofarmacia es una especialidad del área de farmacia, que estudia los aspectos farmacéuticos, químicos, bioquímicos, biológicos y físicos de los radiofármacos además de su aplicación en los procesos de diseño, producción, preparación, control de calidad y dispensación, tanto a nivel industrial, así como en el área hospitalaria, aunque es demasiado ampulosa la definición es necesaria para entender sus alcances teórico-prácticos (Álvarez, 2003).

En nuestro país, el diagnóstico y tratamiento con radioisótopos es una práctica que se lleva a cabo desde 1962 en el Instituto Nacional de Medicina Nuclear (INAMEN) ubicado en el departamento de La Paz. El INAMEN se ha mantenido a la vanguardia terapéutica y de diagnóstico a pesar de los adelantos tecnológicos creando los radiofármacos con eficacia y sensibilidad molecular (Barragan, 1999). Los beneficios de la medicina nuclear en el diagnóstico y el tratamiento de tumores o quistes, están basados en las diferentes moléculas orgánicas unidas a un radioisótopo (Ej.: MDP-99mTc) o unidos al sodio más el radioisótopo (Ej.: Na-



^{99m}Tc del $^{131}\text{Na-I}$) (Castro, et al., 2018). En ambos casos por conveniencia se denominan radiofármacos por tener entre otras características químicas una radiofarmacocinética y farmacodinámica particular debido a las características químicas de cada molécula (Angulo & Valdez, 2017). El objetivo del presente estudio fue determinar el uso y diagnóstico de los radiofármacos en los pacientes que asistieron al INAMEN en la gestión 2021.

METODOLOGIA

A partir de las solicitudes médicas del laboratorio de Radiofarmacia, se realizó un estudio no experimental, descriptivo, longitudinal y retrospectivo con los pacientes que asistieron al INAMEN en la gestión 2021.

Variables: Las variables consideradas fueron: número de solicitudes, radiofármacos y tipo de diagnóstico. Las solicitudes de preparación de los radiofármacos específicos para tratamiento y/o diagnóstico fueron un requisito obligatorio para proceder a la producción y/o marcaje de moléculas con radioisótopos a un dosaje y tiempo de semidesintegración adecuados para su administración.

Frecuencia y tipo de diagnóstico de los Radiofármacos: La preparación de los tipos de radiofármacos fueron variados y de acuerdo con la molécula asociada al radioisótopo de ^{99m}Tc [metilendifosfonato (MDP), DTPA (dietilpentaaminotetracético), DMSA (ácido dimercaptosuccínico), Sulfuro coloide (SC), DISIDA (Diisopropil ácido imino diacético), Ciprofloxacina (CIPRO), Pirofosfato (PP), Tetrafluoroborato de Metoxi-isobutil-isonitrilo cobre (MIBI), Micro agregados de albumina, Macro agregados de albumina] o al radioisótopo unido al sodio, como el ^{99m}Tc como Pertecnetato de sodio o el ^{131}I como yoduro de sodio en base al tipo de diagnóstico presuntivo para los que fueron solicitados.

Población: La población de estudio estuvo conformada por las 2100 solicitudes presentadas por el área de médica al laboratorio de Radiofarmacia.

Muestra. La muestra de este estudio fue no probabilística intencionada donde se tomaron a todas las solicitudes de la gestión 2021.

Análisis estadístico. El análisis estadístico de los datos fue realizado con el paquete de Microsoft Excel 2019 para Windows 10.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en base a las solicitudes presentadas al laboratorio de Radiofarmacia en la gestión 2021 mostraron que el radiofármaco que tuvo una mayor demanda en solicitudes al laboratorio de radiofarmacia fue el MDP- ^{99m}Tc (complejo metilendifosfonato de ^{99m}Tc) con un 42% (879 solicitudes) utilizado para realizar medidas de densificación ósea y tratamientos de ciertos tipos de cáncer (ver tabla 1 y figura 1).

**Tabla 1.**

Radiofármacos y su frecuencia en base a las solicitudes presentadas al laboratorio de Radiofarmacia del INAMEN en la gestión 2021

Radiofármaco	Abrev.	ni	%
Metilendifosfonato	MDP	879	42
DietilienTriamino Pentacético	DTPA	218	10
Ácido Dimercapto Succínico	DMSA	130	6
Sulfuro Coloide	SC	67	3
Diisopropil ácido imino diacético	DISIDA	15	0,7
Ciprofloxacina	CIPRO	31	1,5
Pirofosfato	PP	4	0,2
Tetrafluoroborato de [(Metoxi-isobutil-isonitrilo) cobre]	MIBI	41	2
Nanocoloide de albumina	NANO	26	1
Macroagregados de albumina	MAA	12	0,6
Pertecneciato (99mTc) de sodio	^{99m}TcNa	441	21
Ioduro (131I) de sodio	¹³¹I Na	236	11
TOTAL		2100	100,0

Fuente: Elaboración Propia

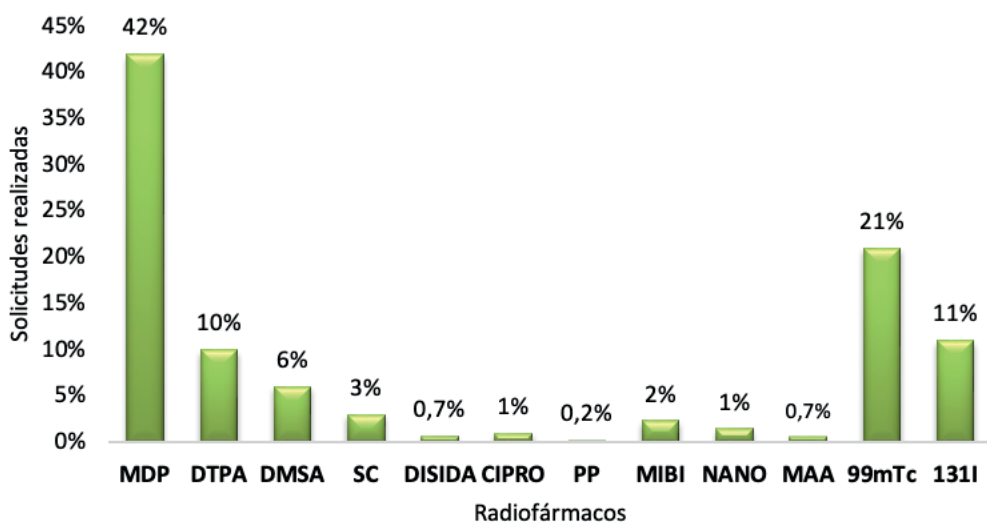


Figura 1. Distribución de los radiofármacos y su frecuencia en el INAMEN más solicitados en la gestión 2021



Por otro lado, el segundo radiofármaco fue el $^{99m}\text{TcNa}$ (Pertecneciato de sodio) con un 21.3% (441 solicitudes) que es utilizado para la gammagrafía tiroides y fisiología glándula salival. El estado actual sobre el uso e importancia de los radiofármacos en nuestra sociedad se incrementó en los últimos años, ya que en los centros públicos del departamento de La Paz se recibe pacientes del área rural y urbana de Bolivia (que debido a los costos económicos lo hacen accesible a los pacientes que necesita este tipo de tecnología médica) para que se les administre los distintos tipos de radiofármacos, ya que los mismos muestran la versatilidad necesaria para realizar su diagnóstico y/o terapia de acuerdo al mecanismo de acción que tiene cada uno de ellos (Luque, 2019) como por ejemplo el $\text{MDP-}^{99m}\text{Tc}$ que es un radiofármaco capaz detectar diferentes anomalías óseas al tener alta sensibilidad por este tejido (Hernández et al., 2012), y el mismo alcanzo en nuestro análisis un 42%.

La Radiofarmacia hospitalaria aplicando a la farmacia magistral para producir radiofármacos marcados con isotopos de vida media corta como el ^{99m}Tc , resulta ser el más empleado por su fácil obtención (por la vía de un generador de molibdeno ^{99}Mo), su energía gamma, y su beneficio en la gammagrafía en pacientes con patologías oncológicas (INS, 2019).

Por otra parte, el ^{131}I Na tuvo un 11.24% con 236 solicitudes que es utilizado para patología tiroidea, captación y localización de tejido, siendo utilizados como trazadores en casos de metástasis de tiroides y en la yodoterapia tal como afirma Cruz (2014), en su análisis de la radioterapia del cáncer. En el caso del ^{131}I que tuvo un 11,24% del total de las solicitudes analizadas, podemos tener una clara noción del tipo de diagnóstico para lo que son útiles estos radiofármacos como por ejemplo el ^{131}I y su uso en la patología tiroidea en sus diversas manifestaciones (Tamayo, 2020) así como la captación y localización de tejido tiroideo en metástasis.

En la figura 2 y tabla 2 se observa la distribución del número de pacientes tratados con los radiofármacos y el tipo de diagnóstico presuntivo por el cual fueron solicitados; por ejemplo, el $\text{MDP-}^{99m}\text{Tc}$ (complejo metilendifosfonato de ^{99m}Tc) nos indica que un 42% se trataron para la confirmación de anomalías óseas como ser osteomielitis, fracturas, incluidas, fracturas por estrés y por insuficiencia de malignidad, que están relacionadas como por ejemplo con el osteoma osteoide, metástasis óseas, sarcomas de tejidos blandos, escoliosis dolorosa, hematomas postraumáticos, miositis osificante, osificación heterotópica, calcinosis tumoral, calcificación pulmonar metastásica, anemia drepanocítica (Venkatesh, 2019).

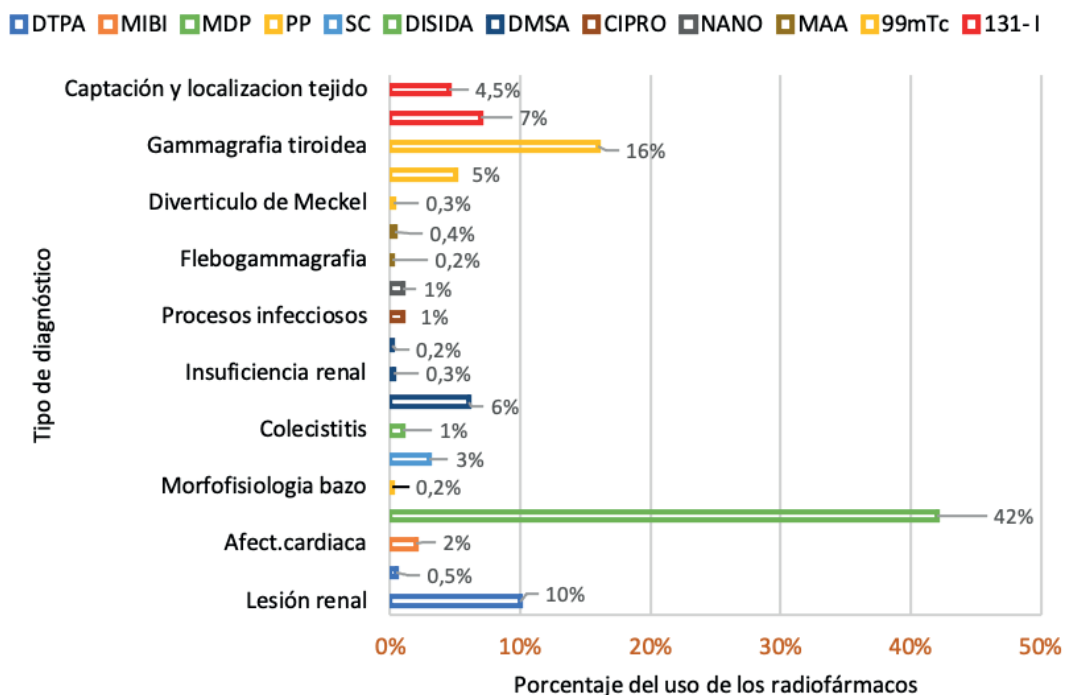


Figura 2: Radiofármacos y los tipos de diagnóstico realizados.

El 11,5% (236 solicitudes) de los pacientes fueron tratados con ¹³¹I; donde, el 7% (142 pacientes) fueron solicitados para tratamiento de patología tiroidea y el 4,5% (94 pacientes) para captación y localización de tejido tiroideo, la eficacia de su aplicación en el diagnóstico es debido a su emisión gamma y para su tratamiento por la acción de la radiación beta que emite el isotopo de ¹³¹I.

Por otra parte, el 21,3% fueron tratados con ^{99m}Tc; donde, 0,3% (7 pacientes) correspondían para diagnóstico confirmatorio del divertículo de Meckel. Asimismo, el 5% (95 pacientes) de las solicitudes fueron designadas para la gammagrafía de las glándulas salivales y el 16% (339 pacientes) para la gammagrafía tiroidea, las pruebas de imagen (gammagrafía) son útiles para ayudar a determinar la causa de hipotiroidismo (García & et.al., 2020).

Por otro lado, de los 2100 radiofármacos producidos y/o marcados en el laboratorio de radiofarmacia el 2% (41 solicitudes) corresponde al MIBI ver tabla 2, el cual sirve para el diagnóstico de patologías cardiacas (Podgorsak, 2005).



Tabla 2. Distribución de pacientes según radiofármaco empleado para cada tipo de patología dispensados por el laboratorio de Radiofarmacia del INAMEN en la gestión 2021

Radiofármaco	Diagnóstico presuntivo	ni	%
DTPA	<i>Lesión renal</i>	208	10
	<i>Lesión cerebral</i>	10	0,5
MIBI	<i>Afecciones cardiacas</i>	41	2
MDP	<i>Anomalías óseas</i>	879	42
PP	<i>Morfofisiología bazo</i>	4	0,2
SC	<i>Hemorragia digestiva</i>	67	3
DISIDA	<i>Colecistitis</i>	15	1
	<i>Morfología renal</i>	119	6
DMSA	<i>Insuficiencia renal</i>	7	0,3
	<i>Lesiones parénquima</i>	4	0,2
CIPRO	<i>Procesos infecciosos</i>	31	1
NANO	<i>Inflamación extraabdominal</i>	26	1
MAA	<i>Flebogammagrafía</i>	4	0,2
	<i>Perfusión pulmonar</i>	8	0,4
^{99m} TcNa	<i>Divertículo de Meckel</i>	7	0,3
	<i>Fisiología glándula salival</i>	95	5
	<i>Gammagrafía tiroidea</i>	339	16
¹³¹ INa	<i>Patología tiroidea</i>	142	7
	<i>Captación y localización tejido</i>	94	4,5
TOTAL		2100	100

CONCLUSIONES

Se ha determinado que, de los doce diferentes radiofármacos utilizados en la gestión 2021, el 88.76% de los radiofármacos fueron marcados con ^{99m}Tc, donde el ^{99m}Tc marcado con una molécula fue de 67.76% (1.423 pacientes) y el radiofármaco ^{99m}TcNa fue utilizado en un 21% (441 pacientes). Por otra parte, se ha determinado que el 11.24% (236 pacientes) utilizaron el ¹³¹INa. También se concluye que el MDP-^{99m}Tc es el radiofármaco más utilizado para su uso diagnóstico y terapéutico en el INAMEN.



REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2003). Una mirada retrospectiva a la radiofarmacia. *Ciencia*, 1(1), 10–17. https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/54_3/mirada_radiofarmacia.pdf
- Angulo, Y.; Valdez, C. (2017). Impacto y producción científica sobre medicina nuclear en Perú: estudio bibliométrico. *Acta Medica Peruana*, 34(1), 16–22. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v34n1/a03v34n1.pdf>
- Barragán, L. (1999). La medicina nuclear y su contribución al conocimiento de la ciencia médica, historia de la medicina nuclear boliviana. *Memorias del Instituto Nacional de Medicina Nuclear*, 1(1), 1-16
- Castro, J., Moya, R., Madriz, J., Zavaleta, E. (2018). Revisión de los principios básicos de medicina nuclear y radiofarmacia. *Colegio de Microbiología Química Clínica de Costa Rica*, 24(3), 162–176. <http://revista.microbiologos.cr/wp-content/uploads/2018/12/Articulo-4.pdf>
- Cruz, J. (2014). La producción de radiofármacos en el Centro de Isótopos. *Nucleus*, 56(1), 27–30. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-084X2014000200004
- García, P., Díaz, L., Martín, E., Peñaherrera A., López, S., & Tamayo, P. (2019) Medicina nuclear. diagnóstico de la patología de tiroides y paratiroides. *ORL*, 11(3), 283-295. <https://doi.org/10.14201/orl.21496>
- Hernández, D., Marrero, L., & Ledea, O. (2012). Empleo de la medicina nuclear y las técnicas de imágenes en las afecciones del sistema óseo. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 26(2), 190–212. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2012000200010
- INS. (2019). *Perpectato de sodio Tc99m para el diagnóstico de pacientes con cáncer*. Lima, Perú.
- Luque, C. (2019). *Radiofármacos en el servicio de farmacia. Gestión y Farmacovigilancia*. Facultad de Farmacia, Universidad de Complutense.
- Podgorsak, E. (2005). *Radiation Oncology Physics: A handbook for teachers and students*. International Atomic Energy Agency.
- Tamayo, P. (2020). Tratamiento con radioyodo de la patología tiroidea. *ORL*, 11(3), 305-327. <https://doi.org/10.14201/orl.21523>
- Venkatesh, M. (19 de 08 de 2019). *tecnecio 99m-metil difosfonato*. *Radiopaedia.org*.: <https://doi.org/10.53347/rID-25398>