



BOLETÍN INFORMATIVO

Nº1



ENERO - DICIEMBRE

2024

¡Pioneros de la Medicina Nuclear!

EDITORIAL

Es con gran entusiasmo que se emite el primer número del boletín digital del Instituto Nacional de Medicina Nuclear (INAMEN), dependiente del Servicio Departamental de Salud (SEDES) La Paz.

Este es un hito importante para nuestra comunidad, ya que marca el comienzo de una nueva era en la difusión de conocimientos y avances.

También es un logro significativo para la Protección Radiológica, apoyados con el Laboratorio de Especialidades.

La Medicina Nuclear es una disciplina en constante evolución, con nuevos descubrimientos y técnicas que mejoran la atención médica para poder salvar vidas. Sin embargo, la falta de información y acceso a recursos actualizados pueden ser barreras para los profesionales de la salud y los investigadores.

Este boletín digital está diseñado para abordar estos desafíos; será una fuente de información actualizada y confiable sobre los últimos avances en Medicina Nuclear, incluyendo investigaciones, técnicas y tecnologías innovadoras.

El equipo de profesionales se compromete a brindar información de alta calidad, que sea relevante y útil para nuestra audiencia.

El boletín digital será una herramienta esencial para cualquier persona interesada en la Medicina Nuclear.

En este primer número, presentamos una selección de artículos que reflejan la diversidad y complejidad de la Medicina Nuclear convencional, aplicando técnicas de SPECT, cumpliendo las Normas de Protección Radiológica y

la aplicación de técnicas automatizadas de laboratorio; que ayudarán a la detección de diferentes patologías, hasta los últimos avances en la terapia con radioisótopos.

Nuestro contenido está diseñado para brindar una información precisa sobre los diferentes servicios que ofrece el INAMEN, pioneros de la Medicina Nuclear en Bolivia.



Dra. Julieta Mónica
Mariscal Rojas

**Directora Instituto Nacional de
Medicina Nuclear (INAMEN)**

DIRECTORA

DRA. JULIETA MÓNICA
MARISCAL ROJAS

COMITÉ DE ENSEÑANZA

DRA. BÁRBARA MURILLO MALDONADO
DRA. MARIELA TRINIDAD HURTADO SILVA

EDITORA

LIC. JIMENA
HUANCA ACARAPI

CONTENIDO

ESTUDIOS DE GAMMAGRAFÍAS

- LA VALORACIÓN DEL PACIENTE CON TRASPLANTE RENAL POR MEDIO DE TÉCNICAS EN MEDICINA NUCLEAR..... 3
- GAMMAGRAFÍA ÓSEA 5
- INSTALACIÓN DE CATÉTER VENOSO PERIFÉRICO 6

TRATAMIENTO METABÓLICO I-131

- CRITERIOS PARA DETERMINAR EL ALTA RADIOLÓGICA EN TERAPIA CON YODO RADIOACTIVO 7
- IODOTERAPIA 8
- EVALUACIÓN DEL MANEJO ADECUADO DE LOS EFLUENTES RADIATIVOS (TC99M, I-131) GENERADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA NUCLEAR, AL NO CONTAR CON UN SISTEMA DE DECAIMIENTO..... 9

RADIOFARMACIA

- EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE UN CALIBRADOR DE DOSIS EN LA MEDICIÓN DE ACTIVIDADES DE CESIO 137 Y TECNECIO 99m 10

ROL DE LABORATORIO EN:

- EL DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DE ENFERMEDADES TIROIDEAS..... 12
- EL DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA..... 13

NUEVAS PRUEBAS OFERTADAS:

- CALCITONINA..... 14
- CYFRA 21.1..... 15
- SHBG..... 16

ESTUDIOS DE GAMMAGRAFÍAS

LA VALORACIÓN DEL PACIENTE CON TRASPLANTE RENAL POR MEDIO DE TÉCNICAS EN MEDICINA NUCLEAR

La Medicina Nuclear está revolucionando el campo del trasplante renal gracias a su capacidad para evaluar la función renal de manera precisa y no invasiva. Descubre cómo estas técnicas innovadoras están mejorando la precisión diagnóstica y el tratamiento de los pacientes.

El trasplante renal es, actualmente, el tratamiento de elección en la enfermedad renal terminal, ya que la supervivencia y calidad de vida del paciente trasplantado es mayor y mejor que la del paciente dializado; por estas razones, el número de trasplantes que se realizan anualmente se ha incrementado de una manera progresiva.

En la supervivencia del injerto, intervienen una serie de factores y patologías sobreañadidas, tales como: calidad del riñón trasplantado, el tiempo de isquemia, la edad y estado de salud del receptor, posibles complicaciones infecciosas, posquirúrgicas o de histocompatibilidad, presencia de patología sobreañadida, como es el caso de la hipertensión, las drogas utilizadas, tanto en el caso de hipertensión como anti-rechazo; situación socioeconómica del huésped, entre otras.

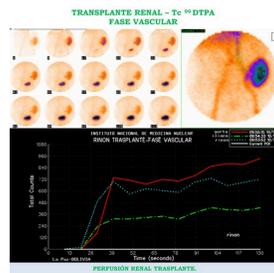
La Medicina Nuclear es esencial para pacientes con trasplante renal, ya que permite evaluar la función y viabilidad del injerto a través de técnicas como el Renograma renal, donde se pueden detectar complicaciones post-quirúrgicas y evaluar el flujo sanguíneo hacia los riñones, lo que es crucial para el manejo clínico.

Las principales complicaciones que suceden en el periodo post-trasplante inmediato incluyen:

- Disfunción precoz del injerto: Puede manifestarse como función inmediata, función retrasada (necesidad de diálisis) o función primaria de injerto, afectando la supervivencia del trasplante.
- Complicaciones vasculares: Incluyen trombosis arterial y venosa, lo que compromete la perfusión del injerto.
- Infecciones: Debido a la inmunosupresión,

las infecciones bacterianas son comunes como neumonía y bacteriemia.

- Hipovolemia: Puede ser causada por hemorragias o una reposición inadecuada de líquidos durante la cirugía.



El manejo de las complicaciones es decisivo para mejorar los resultados a largo plazo.

Beneficios que incluyen:

- Diagnóstico temprano de problemas renales.
- Información funcional única que no se obtiene con otras técnicas.
- Procedimientos no invasivos y de bajo riesgo.
- Las técnicas de Medicina Nuclear que son menos dañinas para los pacientes trasplantados.

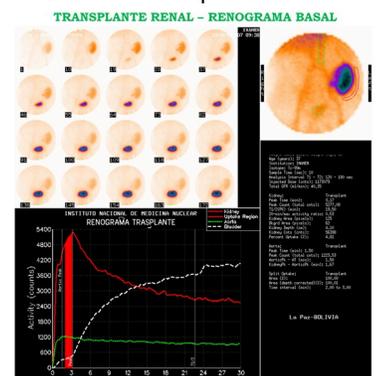
Para pacientes trasplantados algunas técnicas de Medicina Nuclear son consideradas menos dañinas para la función inmunológica, debido a su menor exposición a la radiación y efectos secundarios. Las más recomendadas son:

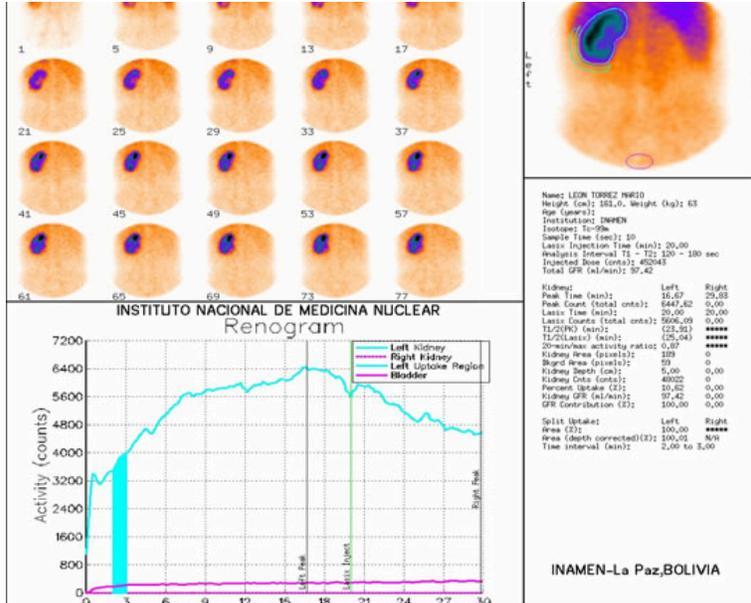
- Gammagrafía renal: Utiliza radiofármacos en dosis bajas para evaluar la eficacia en la evaluación de la perfusión y función renal sin causar daño significativo en el injerto.
- Tomografía por emisión de protones (PET): Ofrece imágenes detalladas con

menor radiación en comparación con otros métodos, permitiendo un seguimiento efectivo.

Para la minimización del impacto de la Medicina Nuclear en la función inmunológica de los pacientes trasplantados, se puede considerar las siguientes estrategias:

- Uso prudente de radiofármacos. Limitar la dosis y la frecuencia de exámenes en Medicina Nuclear para reducir la exposición a la radiación, lo que puede afectar la función inmune.
- Monitoreo cuidadoso. Realizar un seguimiento del estado inmunológico del paciente antes y después del procedimiento para detectar cualquier cambio en la respuesta inmune.
- Optimización de la inmunosupresión. Ajustar los regímenes de inmunosupresores utilizando fármacos que favorezcan a las células T reguladoras, como los inhibidores que puedan ayudar a mantener la función inmune sin comprometer el injerto.
- Educación del paciente. Informar a los pacientes sobre los signos de rechazo y complicaciones post – procedimiento para una intervención temprana.





DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

CITACIÓN DEL PACIENTE

La hoja de ruta se remitirá directamente a la Unidad de Medicina Nuclear, para confirmación y citación del paciente.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

- Confirmar una hidratación suficiente.
- No pinzar la sonda vesical si la prueba se realiza inmediatamente posterior a la cirugía.
- Imprescindible historia clínica, para evaluación por la parte médica, evaluar el tiempo de isquemia del injerto, patología del receptor y de las características de la cirugía realizada.
- A todos los pacientes se les informará sobre la técnica a realizar y se les indicará la importancia de permanecer inmóvil durante la adquisición de imágenes.

La información de la técnica realizada se hará constar en la hoja de ruta.

RADIOFÁRMACO

Radiofármaco: ^{99m}Tc (DTPA) Ácido Dietil Triamino Pentacético.

Vía administración: Intravenosa (IV) en forma de bolo.

Dosis:

- En adultos se administran 6-8 milicurios (mCi) por vía IV. La actividad administrada puede ajustarse al peso del paciente.
- En niños se ajusta de acuerdo a la tabla de Gilday.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Incluir en los estudios de gammagrafías renales, en pacientes potencialmente donadores renales, antes, durante y posterior a la resección, como medida de prevención y mantenimiento de la condición saludable del donante renal.
- Incluir entre los protocolos de estudio del Programa Renal, los estudios de gammagrafías renales de forma rutinaria en el seguimiento de los pacientes con Tratamiento Sustitutivo de la Función Renal, y particularmente en aquellos con Insuficiencia Renal Crónica Terminal (IRCT) insertos en el Programa de Trasplante Renal, como medida de monitoreo a la supervivencia del injerto renal a largo plazo.
- De igual manera, es necesario evaluar la causa etiológica desconocida de la enfermedad renal crónica presente en las estadísticas que reporta el Servicio de Medicina Nuclear, para inferir de forma objetiva respecto a la incidencia de casos en el departamento de La Paz.

TÉCNICA DE REALIZACIÓN

Adquisición de imágenes

- El paciente en posición supina sobre la camilla y colocar el colimador en proyección anterior sobre la zona del injerto renal (habitualmente en una de las fosas iliacas).
- Preparar programa de adquisición dinámica en el ordenador de gammacámara:
 - Primera fase Renograma: Matriz 64 x 64; Adquisición de 180 frames cada frame durante 10 segundos.
 - Segunda fase vascular: Matriz 64 x 64; Adquisición de 300 frames cada frame de 1 segundo.

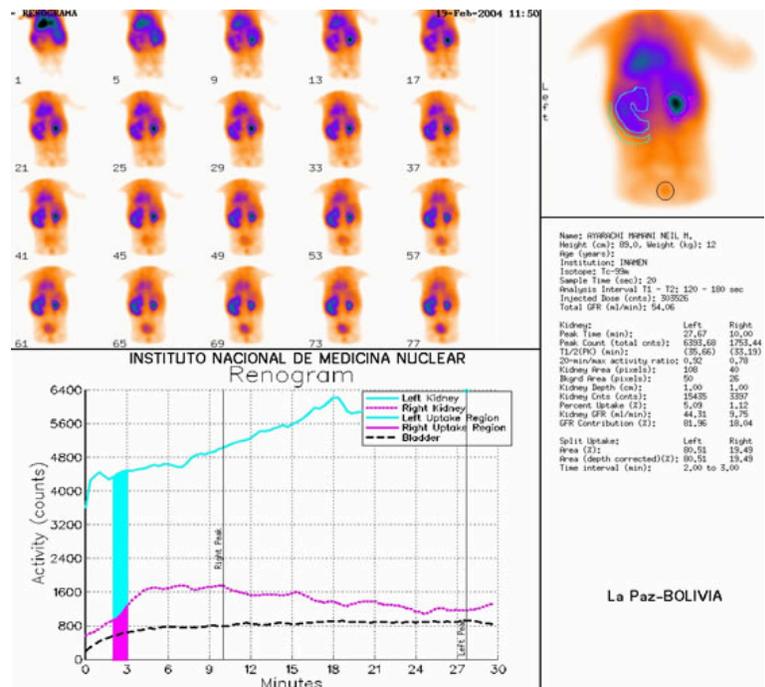
PROCESADO DEL ESTUDIO

El estudio se procesará siguiendo las instrucciones del software de cada equipo.

Siempre tener en cuenta la posición del riñón trasplantado.

FINALIZACIÓN DEL PROTOCOLO

Consultar el procesado con el Médico Nuclear y el responsable de gammacámara y asegurarse si es necesario la realización de imágenes estáticas citando al paciente a la hora precisa. Si no es así, despedir al paciente.



GAMMAGRAFÍA ÓSEA

La gammagrafía ósea es una prueba innovadora que visualiza la actividad metabólica de los huesos, detectando anomalías y daños óseos. Sirve para diagnosticar y monitorear enfermedades como el cáncer, la osteoporosis y la artritis.

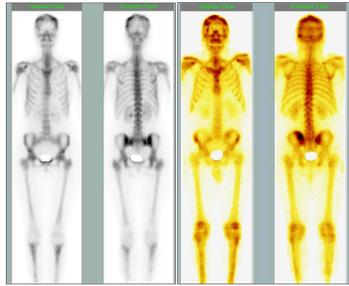
¿QUÉ ES UNA GAMMAGRAFÍA ÓSEA?

La gammagrafía ósea, también conocida como centellografía ósea, es un estudio de diagnóstico por imágenes de Medicina Nuclear, contribuye en el diagnóstico y evaluación de diversas enfermedades osteoarticulares de carácter benigno o maligno, mediante técnicas de gran sensibilidad.

¿PARA QUÉ SIRVE?

La gammagrafía ósea proporciona resultados especialmente útiles, debido a que se puede encontrar tanto lesiones óseas primarias como enfermedades metastásicas óseas, en enfermedades metabólicas óseas; como la enfermedad de Paget, osteoporosis, osteomalacia, osteodistrofia renal. También es útil en fracturas de estrés o zonas donde la fractura se visualice mal, especialmente si es pequeña y está localizada en ciertas estructuras óseas complejas, donde una radiografía simple puede ser falsamente negativa. Además se utiliza en casos de infecciones en las articulaciones, prótesis o huesos; busca ayudar en el diagnóstico de la causa de dolores en los huesos a los que no se le ha encontrado explicación gracias a la exploración completa del esqueleto. De esta manera se puede diagnosticar una amplia gama de trastornos. Esta herramienta, a su vez, puede encontrar cambios en los

huesos antes de lo que se puede observar a través de otras pruebas de imagen.



¿CÓMO SE REALIZA?

Es un proceso ambulatorio que no requiere ingreso hospitalario. No requiere ayuno, y no debe dejar de tomar su medicación, salvo que el médico que solicita la prueba así se lo indique. Para realizar una gammagrafía ósea es necesario administrar un radiofármaco, el MDP-Tc99m. Este consiste en un fármaco que lleva una sustancia radiactiva y que se introduce en el organismo a través de una vena. Tras su inyección, se distribuye rápidamente en el líquido extracelular y es captado con avidéz por el hueso. Se acumula principalmente en función al nivel de actividad osteogénica y la cantidad del flujo sanguíneo. La fijación del MDP-Tc99m tiene lugar mediante la quimioabsorción en el componente mineral de hidroxapatita de la matriz ósea; aproximadamente el 50% de la dosis se localiza en el hueso, y el resto se excreta por los riñones. El radiofármaco no tiene efectos secundarios, y la radiación que emite es muy pequeña. Luego de la inyección del radiofármaco

se esperará de 2 a 4 horas para poder adquirir las imágenes; durante este tiempo, se le pedirá que beba 8 vasos de agua (un litro) para eliminar de su cuerpo el radiofármaco que no se haya fijado en los huesos. También le pedirán que vacíe su vejiga antes de comenzar la exploración.

Las imágenes serán adquiridas en una gammacámara. La radioactividad que desprende el radiofármaco es captada por el aparato. La cámara puede girar a su alrededor o mantenerse fija en una posición. Le pueden solicitar que cambie de posición entre las imágenes y que permanezca quieto mientras se toman las imágenes. A veces, la cámara puede moverse muy cerca de su cuerpo. La duración de los estudios es variable; oscila entre 20 y 60 minutos. Esta radiación es recogida por un ordenador y la transforma en una imagen, para que el médico especialista en Medicina Nuclear la interprete y pueda hacer el informe.

BENEFICIOS

Es una prueba muy sensible y capta cambios muy pequeños, para detectar alteraciones del metabolismo del hueso, que no podrían apreciarse de ninguna otra manera. Esta prueba diagnóstica, capta la actividad del hueso, que puede aumentar por alguna enfermedad. Es una prueba no invasiva que no requiere preparación para el estudio, ni inserción de instrumentos en el cuerpo, utiliza

pequeñas cantidades de material radioactivo, lo que lo hace seguro para la mayoría de las personas.

¿CÓMO ACCEDER AL SERVICIO?

El médico tratante debe evaluar si la gammagrafía ósea es necesaria para un caso específico, para lo cual realizará una solicitud del estudio.

El paciente acudirá al servicio de Medicina Nuclear con su solicitud correspondiente, y se determinará, según el diagnóstico del médico tratante, si necesita realizar una gammagrafía ósea de tres fases: óseo vascular, para valorar la actividad del flujo sanguíneo y de partes blandas, y las imágenes tardías que constituyen la tercera parte.

En otros casos, solicitarán la valoración de enfermedades metastásicas. Pueden obtenerse imágenes tardías sin necesidad de realizar estudios de flujo (óseo tardío).



Dra. Nigma Aruquipa Choque
(Médico de la Unidad de Medicina Nuclear)

INSTALACIÓN DE CATÉTER VENOSO PERIFÉRICO

El catéter venoso periférico es un dispositivo médico que se utiliza para administrar tratamientos intravenosos de manera segura y eficiente. La inserción es realizada por profesionales capacitados y experimentados.



El término médico venoclisis o cateterismo venoso periférico significa la introducción de líquido a la luz de una vena y se refiere a establecer una vía permeable entre un contenedor de solución y el torrente sanguíneo venoso.

Esta se obtiene por medio de una punción percutánea hacia el interior de la luz venosa y la inserción de un catéter dentro de la vena. Por tanto, cuando existe flujo de solución hacia el torrente sanguíneo, se establece una vía venosa permeable.

Este procedimiento tiene varias aplicaciones, la más común es la administración de fármacos intravenosos de manera constante y controlada. Por lo general, se utiliza el sistema venoso periférico superficial para realizar un cateterismo venoso periférico.

¿QUÉ ES UNA CANALIZACIÓN DE UNA VÍA PERIFÉRICA?

La instalación de un catéter venoso periférico es un proceso invasivo la cual es la introducción de una cánula corta en un vaso sanguíneo.

¿PARA QUÉ SIRVE?

La canalización de una vía periférica nos permite administrar medicamentos o soluciones al cuerpo de manera más rápida, ya que se tiene acceso directo a la circulación venosa.

¿CÓMO SE REALIZA UNA CANALIZACIÓN DE UNA VÍA PERIFÉRICA?

Debe ser realizado por un profesional de salud capacitado en el área.

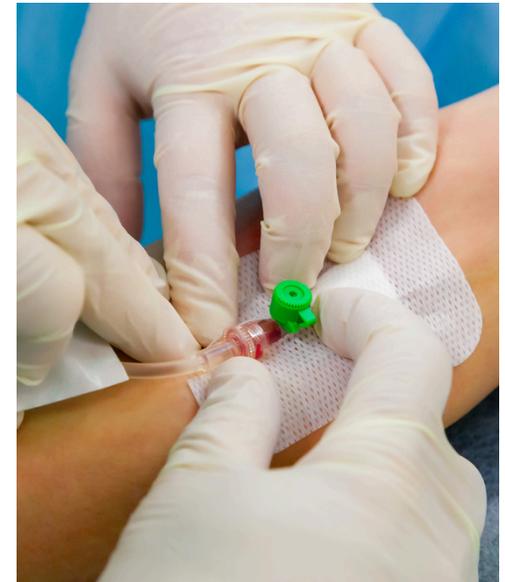
Primero, se debe identificar al paciente correcto, tener el consentimiento verbal del paciente o familiar (en caso de ser paciente pediátrico), identificarse ante el paciente o familiar, informar sobre el procedimiento, tener todo el material preparado, y se inicia con la técnica de canalización de vía periférica. Previa higiene de manos.



ACCESO AL SERVICIO

Se realiza el procedimiento en pacientes que estén programados en la institución para efectivizar el estudio solicitado de gammagrafías.

Se realiza el procedimiento en pacientes con difícil acceso venoso, y pacientes pediátricos y neonatos.



BENEFICIOS DE UNA CANALIZACIÓN VÍA PERIFÉRICA CORTA PARA EL PACIENTE EN MEDICINA NUCLEAR

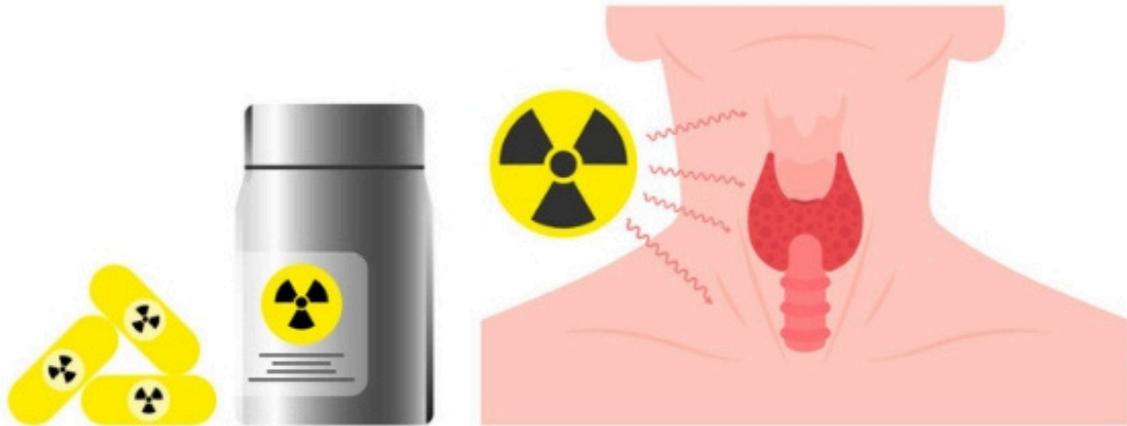
- Evitar multipuncionar al paciente neonato, pediátrico y pacientes de difícil acceso venoso.
- Administrar dosis que requieran de tiempo para su administración lenta.
- Evitar infiltraciones en la administración directa en bolo.
- Evitar multipuncionar a pacientes que requieran estudios como hemorragia digestiva, renograma con diurético, estrés cardíaco, etc.
- Facilita la visualización de las imágenes captadas por la gammacámara.

Lic. Enf. Lizeth Alí Quispe
(Licenciada en Enfermería)

TRATAMIENTO METABÓLICO I-131

CRITERIOS PARA DETERMINAR EL ALTA RADIOLÓGICA EN TERAPIA CON YODO RADIOACTIVO

Garantiza la seguridad en la práctica médica: aprende a evaluar los niveles de radiación con precisión, monitorear la respuesta clínica del paciente y minimizar los riesgos asociados con la exposición a la radiación.



Los procedimientos de Medicina Nuclear, con los años, han adquirido progresiva importancia en la práctica médica, tanto en los procedimientos diagnósticos como terapéuticos, desde los primeros estudios en endocrinología y oncología.

La utilización de radioisótopos del yodo para tratamiento de patologías tiroideas fue una de las primeras aplicaciones de sustancias radioactivas, desde 1940. La elección del radioisótopo de I-131 en forma de yoduro de sodio responde al hecho de que la tiroides utiliza el yoduro para sintetizar sus hormonas; sus características físicas son adecuadas para este uso.

Siendo que la exposición radiactiva es perjudicial, es necesario tomar medidas para evitar exposiciones inútiles, siguiendo los principios de protección radiológica. Por consiguiente, es de importancia tener un conocimiento adecuado de los criterios de alta radiológica en pacientes que realizaron tratamiento con I-131, que garanticen al público en general la menor exposición radiológica.

Los resultados para el criterio de alta radiológica fueron obtenidos de las recomendaciones internacionales de AEA,

ICRP y HERCA que brindan los valores para la liberación de los pacientes que realizaron el tratamiento con yodo radioactivo. Las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (BSS) especifican las restricciones y límites de dosis.

La ICRP, en sus recomendaciones de alta radiología, toma en cuenta, entre los principales, el límite de dosis y restricción de dosis, actividad residual en el paciente y la tasa de dosis a una distancia específica del paciente.

Por otra parte, recomendaciones del grupo HERCA menciona que la tasa de dosis emitida por el paciente sea menor que la tasa de dosis correspondiente a una actividad administrada de 800MBq (21.6 mCi), una tasa de dosis menor a 40uSv/h medida a la altura del centro del tórax a un metro de distancia en la parte frontal del paciente, y que el paciente quiera y sea capaz de seguir las instrucciones que se le van a dar por escrito y verbalmente.

En diferentes países, en cuestiones de protección radiológica, se basan para dar el alta radiológica igual en los límites de dosis

para el público de 1mSv/año y 5mSv/año para personal que dé su consentimiento y que cuiden al paciente. La comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos indica que, para que un paciente sometido a un tratamiento radioactivo pueda ser enviado a casa, es necesario que no exponga a otra persona a una dosis de radiación superior a 5mSv (0,5 rem) en el plazo de un año. La nueva norma dispone criterios que se basan en la realidad de cada paciente y de su propio entorno; esta norma sustituye a la anterior, más estricta, que sólo permitía enviar a una persona a casa si la dosis era inferior a 1.110MBq (30 mCi) o si no se superaba la radiación medida a 1 metro del paciente de 0,05mSv (5 mrem) por hora.

Se deberá tener en cuenta todas las recomendaciones realizadas por organismos internacionales, el alta radiológica deberá estar determinada en cada caso individual, teniendo en cuenta diferentes factores.

Dra. Nigma Aruquipa Choque
(Médico de la Unidad de Medicina Nuclear)

IODOTERAPIA

La iodoterapia: una solución innovadora y efectiva para el tratamiento del cáncer e hiperfunción tiroidea. El tratamiento con yodo radioactivo está dirigido a eliminar las células cancerígenas y reducir el riesgo de recurrencia, ofreciendo una opción segura y avanzada para tu recuperación.



¿QUÉ ES LA IODOTERAPIA?

La iodoterapia es un tratamiento metabólico que utiliza yodo radiactivo como medio terapéutico, en patologías de cáncer de tiroides e hiperfunción tiroidea.

Este yodo radiactivo utiliza el mismo camino de absorción del yodo de la dieta, por lo que su ingreso al folículo tiroideo es fácil. Allí, la radiación beta ejerce su acción, eliminando el folículo tiroideo, con lo que se logra la disminución del tejido tiroideo residual en el caso de cánceres de tiroides operados y/o la reducción del tejido tiroideo con hiperfunciones en casos de hipertiroidismos.



¿PARA QUÉ SIRVE LA IODOTERAPIA?

- Para el tratamiento complementario del cáncer de tiroides.
- Para el tratamiento de hiperfunciones tiroideas.

¿CÓMO SE ACCEDE A ESTE SERVICIO?

Su médico tratante o de cabecera debe ser quien solicite el tratamiento a través de una orden médica, donde el médico tratante solicitará una dosis en específico según la necesidad de su patología.



¿CÓMO SE REALIZA?

La iodoterapia se administra de forma oral. El/la paciente sigue una serie de pasos necesarios para recibir el tratamiento:

- Ingreso de su orden médica al sistema de la institución.
- Entrevista con el médico del INAMEN a cargo.
- Suspensión de tratamientos específicos para la glándula tiroides (levotiroxina, Eutirox, Propiltiouracilo, danatizol, etc.), por tiempos determinados según corresponda.
- Programación de su dosis en una fecha específica.

- Aislamiento domiciliario y aislamiento hospitalario según corresponda, en relación a la dosis programada.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE?

El yodo radiactivo, al integrarse al organismo siguiendo el mismo camino del yodo común de la dieta, es capaz de ejercer su acción radioactiva en el órgano blando, en este caso el folículo tiroideo, eliminando el remanente tiroideo en caso de cáncer de tiroides o, eliminando un número de folículos tiroideos, en el caso de hipertiroidismo con el fin de reducir el número de células funcionales en el intento de frenar la hiperfunción de la glándula.



Dra. Bárbara Murillo Maldonado
(Jefe de la Unidad de Medicina Nuclear)

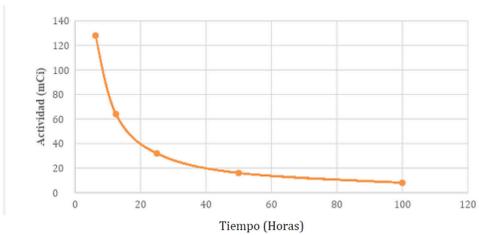
EVALUACIÓN DEL MANEJO ADECUADO DE LOS EFLUENTES RADIOACTIVOS (TC99M, I-131) GENERADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA NUCLEAR, AL NO CONTAR CON UN SISTEMA DE DECAIMIENTO

Protegiendo el medio ambiente y la salud: un estudio en el Instituto Nacional de Medicina Nuclear que analiza el manejo de efluentes radiactivos y presenta recomendaciones para minimizar los impactos negativos.

Los desechos “líquidos” radioactivos son generados en varias instalaciones médicas y llegan a ser un peligro para el medio ambiente si no se gestionan de manera adecuada. La protección del medio ambiente, el público y la protección de los trabajadores, no siempre se consideran adecuadas cuando se propone, inicialmente, la eliminación. El almacenamiento seguro de efluentes radiactivos para su decaimiento y posterior eliminación requiere una infraestructura técnica y administrativa, así como controles de Protección Radiológica de un sistema de decaimiento.

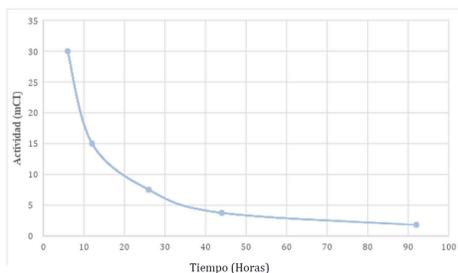
Uso de Radioisótopos y Generación de Desechos Radioactivos Líquidos en el Servicio de Medicina Nuclear del INAMEN

Decaimiento de la vida media del radioisótopo I-131, actividad vs tiempo



Fuente: elaboración propia.

Decaimiento de la vida media del radioisótopo Tc-99m, actividad vs tiempo



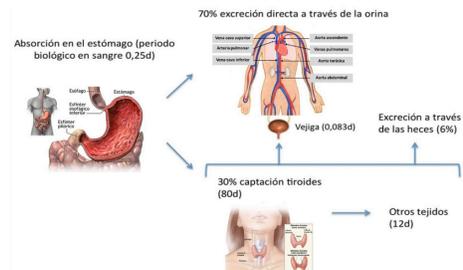
Fuente: elaboración propia.

OBJETIVO

El objetivo es evaluar el manejo adecuado y seguro de los residuos radioactivos en forma líquida dentro del INAMEN, al no contar con un sistema de decaimiento de los radioisótopos Tc-99m e I-131; y realizar las descargas directas al sistema de drenaje.

Para este fin, se revisó y analizó la norma igualatoria nacional e internacional que rige la gestión de desechos. Se realizó un cálculo de los efluentes radiactivos generados y el porcentaje de vertido directo al medio ambiente en la gestión 2023. Se consideraron algunas variables internas, tales como la cantidad de pacientes atendidos, el flujo de pacientes, los procedimientos realizados, carga de trabajo actual. Se analizaron factores tanto técnicos como no técnicos para ver si es necesario y si justifica o no la implementación de un sistema de decaimiento.

Esquema del modelo biocinético del Iodo.



RESULTADOS

Los resultados evidenciaron que, en la práctica cotidiana, el INAMEN excede los niveles de autorización genéricos (niveles internacionales) para descargas de material radioactivo al alcantarillado. La autoridad reguladora debería proporcionar orientación basada en los requisitos reglamentarios, idealmente, debería incluir los niveles de actividad aceptables para la eliminación hacia el medio ambiente. El INAMEN, para poder operar dentro del marco de la optimización de la protección radiológica, descarga las excretas directamente al sistema de drenaje, usando el principio de “diluir y dispersar” para así proteger al medio ambiente y a las poblaciones críticas.

CONCLUSIÓN

El INAMEN realiza una gestión adecuada de los efluentes radioactivos líquidos, al no contar con un sistema de decaimiento, usa el principio de “diluir y dispersar”, que garantiza una protección radiológica adecuada al TOE, el público y el medio ambiente. La instalación de un sistema de tanques de decaimiento es muy costoso y altamente automatizado y no puede justificarse en nuestra institución que cuenta con una infraestructura básica.

En cuanto al diagnóstico del estado actual del INAMEN sobre el manejo y disposición de los efluentes radioactivos, se sugiere adoptar niveles genéricos orientativos internacionales y adecuarlos a la realidad socioeconómica de la institución para la implementación del protocolo para el manejo adecuado de este tipo de desechos.

Se desarrolló un protocolo para el manejo adecuado de los efluentes radioactivos generados en el INAMEN, conjuntamente con el Comité de Gestión de Residuos de la Institución y se sugiere la implementación de este para poder tener un control más real de las descargas de los efluentes radioactivos.

Lic. Fanny Jimena Choque Mamani
(Tecnólogo de la Unidad de Medicina Nuclear - Becario del Diplomado de Protección Radiológica)

RADIOFARMACIA

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE UN CALIBRADOR DE DOSIS EN LA MEDICIÓN DE ACTIVIDADES DE CESIO 137 Y TECNECIO 99m

En la era de la Medicina Nuclear, la precisión en la medición de actividades de cesio 137 y tecnecio 99m es fundamental. En este estudio, evaluaremos el desempeño de un calibrador de dosis para garantizar la seguridad y eficacia en la práctica médica.

La instrumentación en Medicina Nuclear permite obtener datos sobre la distribución y función de los radiotrazadores, estudiando la morfología y funcionamiento de los órganos. En terapias, se utilizan los efectos radiobiológicos de la radiación para destruir células que captan el radiotrazador (Capintec, Inc., n.d.; Gilmore, 2008).

El activímetro, o calibrador de dosis, mide la actividad de los radiotrazadores administrados a los pacientes, asegurando la fiabilidad de sus mediciones. Los modelos más comunes usan cámaras de ionización tipo pozo, donde la fuente radiactiva se coloca a alta presión, entre 10 y 20 atmósferas, mejorando la eficiencia de la detección. La corriente iónica generada por la radiación es proporcional a la actividad de la fuente, permitiendo una calibración precisa (Huanca et al., s.f.; IAEA, 1991).

La gestión de calidad de los equipos de medición, según el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), es indispensable para garantizar la precisión y seguridad en el uso de estos dispositivos. El OIEA establece un sistema de gestión que incluye aspectos de seguridad tecnológica, física y de calidad, asegurando decisiones informadas y equilibradas. Esto abarca la manipulación segura de fuentes radiactivas y procedimientos de control de calidad que aseguran la fiabilidad de las mediciones (IAEA, 2010; Instituto Nacional de Cancerología, 2021).

Además de la cámara de ionización, un activímetro incluye una fuente de tensión estabilizada, un electrómetro para medir corrientes de ionización y dispositivos para visualizar e imprimir resultados, todos necesarios para mediciones precisas. La gestión de calidad y la capacitación del personal, promovidas por el OIEA, optimizan el funcionamiento de las instalaciones nucleares y garantizan la seguridad radiológica (Medina, 2004; Sociedad Española de Protección Radiológica, 2020).

El objetivo de este artículo es evaluar el desempeño del activímetro modelo CRC®-55tR, asegurando que cumpla con los estándares de calidad y seguridad, contribuyendo a la mejora continua en Medicina Nuclear. Implementar un sistema de gestión de calidad permite mitigar riesgos y asegurar mediciones fiables, necesarias para la dosificación precisa de radiotrazadores en tratamientos (Abdullah et al., 2010; Bruel et al., 2011).

METODOLOGÍA

Tipo de estudio: El tipo de estudio realizado se puede clasificar como un estudio experimental de evaluación de equipos de medición.

Lugar y Equipos

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de radiofarmacia del Instituto Nacional de Medicina Nuclear en La Paz. Se utilizaron los isótopos Cesio-137, con una vida media de 30 años, y Tecnecio-99m, que tiene una vida media de 6.02 horas. Para las mediciones, se empleó un activímetro modelo CRC®-55tR, un dispositivo reconocido por su velocidad y precisión, equipado con una cámara de ionización de pozo presurizado que utiliza Argón ultrapuro y que puede medir dosis de hasta 6 Ci (250 GBq).

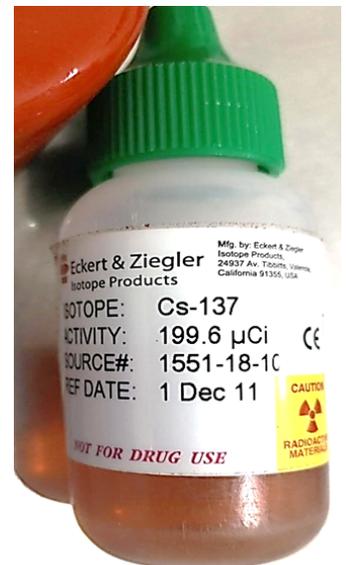


Figura 1: Fuente cerrada, líquida, certificada de Cesio 137, 199µCi al 01/12/2011. Fuente Propia

Precisión de las mediciones

Se llevó a cabo la medición de la fuente certificada de Cesio-137 en 10 repeticiones. Los promedios obtenidos se compararon con el valor de la fuente certificada a la fecha de medición (11/09/2024). Para evaluar la exactitud, se aplicó la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{1-n} * \sum_{k=1}^n (z_k - \bar{z})^2}$$

donde n es el número de medidas realizadas, z_k es el valor obtenido en la k-ésima medida, y \bar{z} es el valor medio de la serie de medidas.

Exactitud: Se realizó la medición de la fuente certificada de Cesio -137 en 10 repeticiones, se obtuvo el promedio y se comparó con el valor de la fuente certificada a la fecha de medición (11/09/2024). Luego se aplicó la fórmula:

$$E = \frac{A - C}{C} \times 100$$

donde C es el valor certificado de la actividad de Cesio-137 a la fecha de medición y A es la actividad medida de la fuente.

Linealidad del activímetro

Para evaluar la fiabilidad del activímetro y establecer correcciones necesarias, se realizaron pruebas midiendo fuentes de Tecnecio-99m con una actividad inicial de 10 mCi a tiempo cero. Se realizaron 8 mediciones a diferentes tiempos (horas) para observar la variación en la actividad medida, lo que permitió verificar la linealidad de las lecturas del activímetro.

RESULTADOS

Prueba de Precisión y Exactitud

Fuente	Valor Hallado	Valor Referencia
Cesio137		
Precisión	1.33%	<5%
Exactitud	1.43%	<5%

Precisión (1.33% vs. <5%): La precisión del 1.33% está muy por debajo del límite de aceptación de <5%, lo que sugiere que el activímetro proporciona mediciones consistentes y reproducibles. Esto es necesario en aplicaciones clínicas, donde la exactitud en la dosificación de radiotrazadores puede impactar directamente en la seguridad y efectividad del tratamiento. La alta precisión es un indicador de que el equipo está bien calibrado y que las condiciones de medición son adecuadas, lo que se alinea con las recomendaciones del OIEA sobre la gestión de calidad en la instrumentación médica (IAEA, 1991).

Exactitud (1.43% vs. <5%): La exactitud del 1.43% también se encuentra por debajo del umbral de <5%, lo que indica que las mediciones realizadas con el activímetro son cercanas a los valores de referencia. Esto es esencial para asegurar que las dosis administradas a los pacientes sean correctas y estén dentro de los parámetros establecidos, minimizando el riesgo de sobredosis o subdosificación. La exactitud es un componente importante en la evaluación de la calidad de los equipos de medición, tal como se establece en las directrices del OIEA (IAEA, 2010; Instituto Nacional de Cancerología, 2021).

Linealidad

Un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9989 indica una excelente linealidad en la respuesta del activímetro a diferentes niveles de actividad de la fuente. Esto significa que el activímetro mantiene una relación proporcional entre la actividad radiactiva y la lectura obtenida lo que es fundamental para la calibración y para asegurar que las mediciones sean válidas en un rango amplio de actividades.

h	Actividad Medida de Tc99m en mCi	In	Actividad teórica mCi
0	10,01	2,30	10,01
3	7,6	2,03	7,08
6	5,08	1,63	5,01
8	4,05	1,40	3,98
24	0,64	-0,45	0,63
27	0,51	-0,67	0,44
30	0,41	-0,89	0,31
48	0,05	-3,00	0,04

La linealidad es un aspecto crítico en la evaluación de la fiabilidad de los dispositivos de medición, ya que asegura que el equipo funcione correctamente a través de su rango operativo (Capintec, Inc., n.d.; IAEA, 2010).



Figura 2: Gráfico de linealidad encontrando un coeficiente de 0.9989.

DISCUSIÓN

El estudio demuestra que el activímetro modelo CRC®-55tR cumple con los estándares de precisión y exactitud necesarios en el ámbito nuclear, alineándose con las recomendaciones del OIEA. Comparado con estudios similares, como el de Huanca et al. (s.f.), los resultados son consistentes con los estándares internacionales.

El alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9989$) destaca la importancia de la linealidad en la fiabilidad de los dispositivos de medición. La capacidad del activímetro para mantener una relación proporcional entre la actividad radiactiva y la lectura obtenida es crucial para la calibración y la validez de las mediciones.

Basado en los hallazgos, el activímetro CRC®-55tR se confirma como un dispositivo confiable para medir actividades de radiotrazadores, garantizando tanto la seguridad como la eficacia en la dosificación de tratamientos.

CONCLUSIÓN

El activímetro modelo CRC®-55tR para el Cesio-137 muestra alta precisión, exactitud y linealidad. Estos resultados están alineados con las mejores prácticas de gestión de calidad del OIEA, fundamentales para la seguridad y eficacia en la administración de radiotrazadores en Medicina Nuclear. Un control de calidad riguroso y la capacitación del personal son esenciales para mantener estos estándares en la práctica clínica.

Dr. Julio César Gutierrez Condori
(Becario del Diplomado de Protección Radiológica)

ROL DE LABORATORIO EN:

EL DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DE ENFERMEDADES TIROIDEAS

Un diagnóstico preciso es fundamental para tratar condiciones como el hipotiroidismo, el hipertiroidismo y el cáncer de tiroides. La cuantificación de hormonas en el laboratorio es esencial para detectar y monitorear estas enfermedades.

IMPORTANCIA DEL LABORATORIO:

El laboratorio es clave en el estudio, prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de enfermedades tiroideas, garantizando resultados confiables para decisiones clínicas adecuadas.



GLÁNDULA TIROIDEA Y REGULACIÓN HORMONAL:

La relación TSH/T4L es esencial para evaluar el estado tiroideo. Factores como la edad, el embarazo y ciertas enfermedades pueden influir en esta relación.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN TIROIDEA:

Relación TSH/T4L: Indica hipotiroidismo o hipertiroidismo cuando el eje hipotálamo-hipofisario está intacto.

CONCLUSIÓN:

El laboratorio desempeña un papel integral en la atención de enfermedades tiroideas, proporcionando herramientas críticas para un diagnóstico y tratamiento efectivo.

Impacto de enfermedades y medicamentos: Pueden alterar las pruebas, complicando los diagnósticos.

VARIABLES EN LAS MUESTRAS:

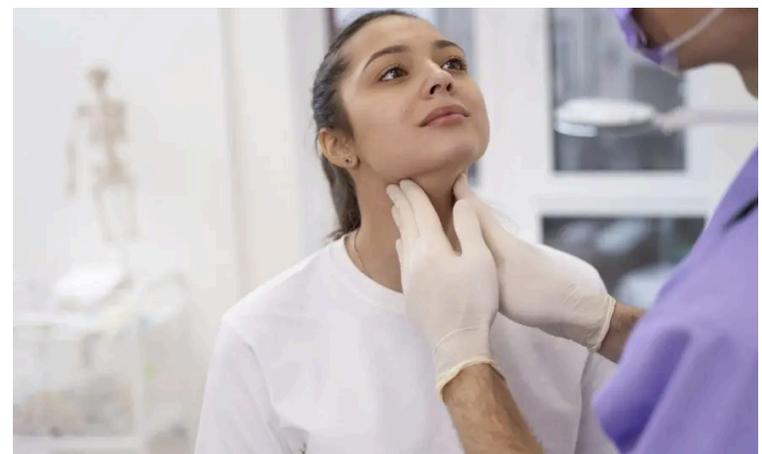
Las interferencias en las muestras pueden generar resultados erróneos. Se deben sospechar cuando hay incongruencia entre los datos clínicos y bioquímicos.

PARÁMETROS PARA CUANTIFICACIÓN DE HORMONAS:

Factores como la sensibilidad analítica, linealidad de mediciones y correlación entre metodologías son fundamentales para resultados precisos.

EMERGENCIAS TIROIDEAS:

Crisis tirotóxica: Forma extrema de hipertiroidismo, con riesgo vital.
Coma mixedematoso: Hipotiroidismo severo y prolongado no tratado, con riesgo crítico.



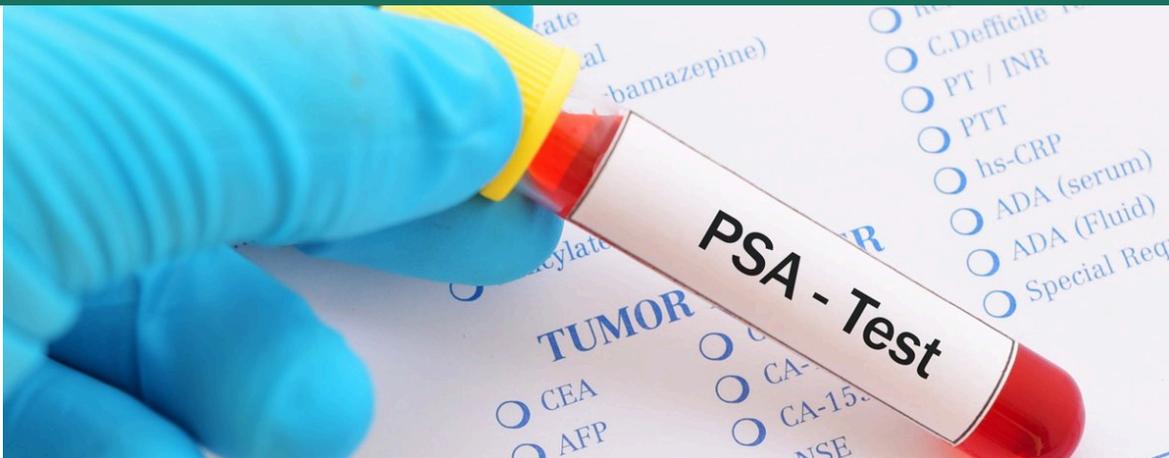
MEDICIÓN DE ANTICUERPOS:

El análisis de anticuerpos es vital para complementar el diagnóstico y manejo de enfermedades autoinmunes de la tiroides.

Dra. Alejandra Gonzales Luna
(Responsable del Área de Hormonas y Biomarcadores)

EL DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA

El Antígeno Prostático Específico (PSA) es una proteína producida por la glándula prostática. La medición del PSA total y libre en sangre es fundamental para la detección temprana del cáncer de próstata, seguimiento y monitoreo de la enfermedad; y evaluación de la efectividad del tratamiento.



¿QUÉ ES EL ANTÍGENO PROSTÁTICO ESPECÍFICO(PSA)?

Es una proteína producida por la próstata y puede encontrarse en la sangre en dos formas principales: total y libre. El análisis de PSA se utiliza para medir estos niveles en la sangre, y es clave para la salud masculina.



¿PARA QUÉ SIRVE?

El análisis de PSA es utilizado principalmente para detectar anomalías relacionadas con la próstata, como el cáncer de próstata, hiperplasia benigna prostática o infecciones. Es una herramienta fundamental para el diagnóstico temprano y el seguimiento de enfermedades prostáticas.

¿CÓMO SE ACCEDE AL SERVICIO?

Para acceder al análisis de PSA, se recomienda visitar un centro médico o laboratorio especializado. Normalmente, se requiere una orden médica. Algunos centros ofrecen el servicio como parte de un chequeo de salud integral.

¿CÓMO SE REALIZA?

El análisis de PSA es un examen de sangre sencillo. El paciente debe estar en ayunas antes de la extracción de sangre, y los resultados suelen estar disponibles en pocos días. Es importante que, 72 horas antes, se evite la actividad sexual, ejercicios intensos antes de la prueba, ecografía de la próstata, manejar motocicleta o bicicleta, ya que estos factores pueden alterar los resultados.

Recomendaciones de toma de muestra



BENEFICIOS

Mantener un monitoreo regular de los niveles de PSA puede ser clave para una buena salud prostática. El beneficio es la prevención o apoyo a la detección de enfermedades de la próstata.

Dra. Alejandra Gonzales Luna
(Responsable del Área de Hormonas y Biomarcadores)

IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRUEBAS:

CALCITONINA

La salud ósea es crucial para nuestra calidad de vida. La calcitonina es un marcador importante para evaluar la salud ósea. Aprende cómo realizar el análisis y acceder al servicio en el INAMEN.



¿QUÉ ES LA CALCITONINA?

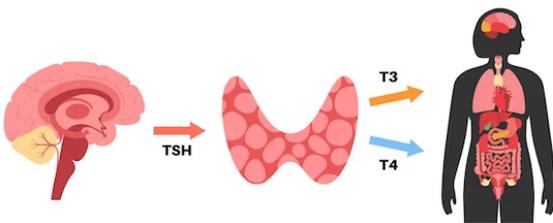
La calcitonina es una hormona producida por la glándula tiroides que regula los niveles de calcio en la sangre. Es un marcador útil para detectar ciertos trastornos de la tiroides, especialmente el carcinoma medular de tiroides.

¿PARA QUÉ SIRVE?

El análisis de calcitonina se utiliza para diagnosticar y monitorear el carcinoma medular de tiroides, así como para evaluar otros trastornos que afectan los niveles de calcio en el cuerpo.

¿CÓMO SE ACCEDE AL SERVICIO?

Este examen puede realizarse en el INAMEN. Normalmente, se requiere una solicitud médica para llevarlo a cabo.



¿CÓMO SE REALIZA?

Es un análisis de sangre sencillo. No suele ser necesario estar en ayunas, pero es importante seguir las indicaciones del médico. Y los resultados se entregan de 24 a 48 horas.



BENEFICIOS

La determinación de la calcitonina, en beneficio del paciente, es útil para el control del cáncer medular o seguimiento de la enfermedad.

En síntesis, la calcitonina es una hormona que regula los niveles de calcio en la sangre y es un marcador útil para detectar trastornos de la tiroides. El análisis de calcitonina es una herramienta valiosa para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades relacionadas con la tiroides y el calcio.

Dra. Mariela Trinidad Hurtado Silva
(Responsable del Área de Hormonas y Biomarcadores)

CYFRA 21.1

La detección temprana es fundamental para el tratamiento efectivo del cáncer de pulmón. Cyfra 21.1 es un marcador tumoral que puede ayudar a diagnosticar la enfermedad en etapas iniciales.

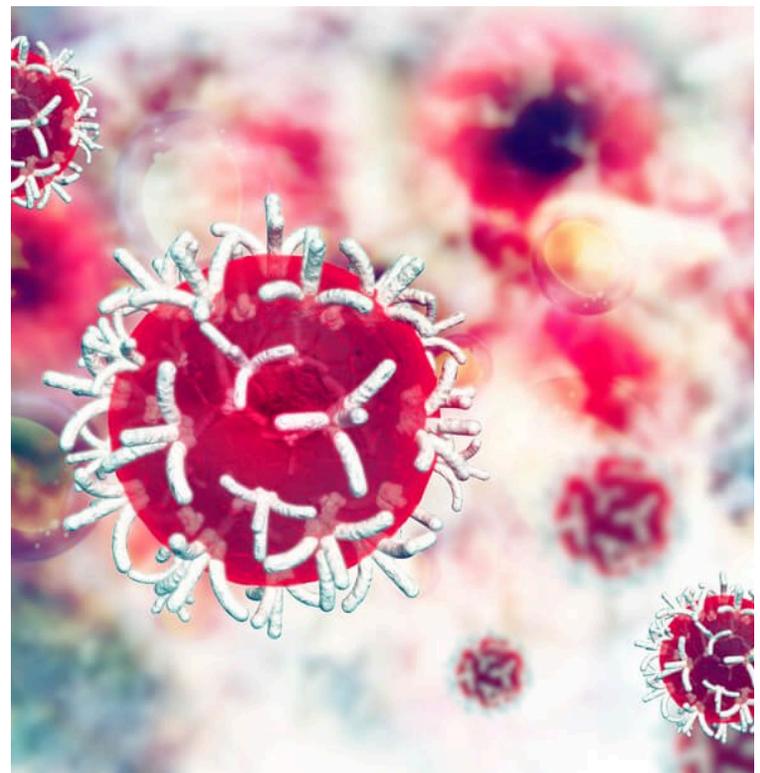
¿QUÉ ES LA CYFRA 21.1?

CYFRA 21.1 es un marcador tumoral utilizado para medir fragmentos de citoqueratina 19 en la sangre. Estos fragmentos suelen estar presentes en niveles elevados en personas con ciertos tipos de cáncer, como el cáncer de pulmón no microcítico y otros tumores epiteliales.



¿PARA QUÉ SIRVE?

El análisis de CYFRA 21.1 se utiliza principalmente para el diagnóstico, pronóstico y monitoreo del tratamiento de ciertos tipos de cáncer. También puede ayudar a evaluar la progresión de la enfermedad o la efectividad del tratamiento.



¿CÓMO SE ACCEDE AL SERVICIO?

Para realizar el análisis de CYFRA 21.1, debes acudir a un laboratorio especializado, como ser el INAMEN. Generalmente, se necesita una solicitud médica para realizar este examen.

¿CÓMO SE REALIZA?

El análisis de CYFRA 21.1 es un procedimiento sencillo que implica una extracción de sangre. No suele requerir preparación previa, aunque es recomendable seguir las indicaciones del médico. Los resultados generalmente están disponibles entre 24 y 48 horas, o antes si se precisa con urgencia.

BENEFICIOS

Es beneficioso el examen mediante la evaluación de un médico para hacer seguimiento de la enfermedad y apoyo en el diagnóstico de algún cáncer de pulmón u otros tumores epiteliales.

Dra. Mariela Trinidad Hurtado Silva
(Responsable del Área de Hormonas y Biomarcadores)

SHBG

Conoce más sobre la SHBG (Globulina fijadora de hormonas sexuales) y cómo puede ayudar a mejorar la comprensión y el tratamiento de trastornos hormonales.

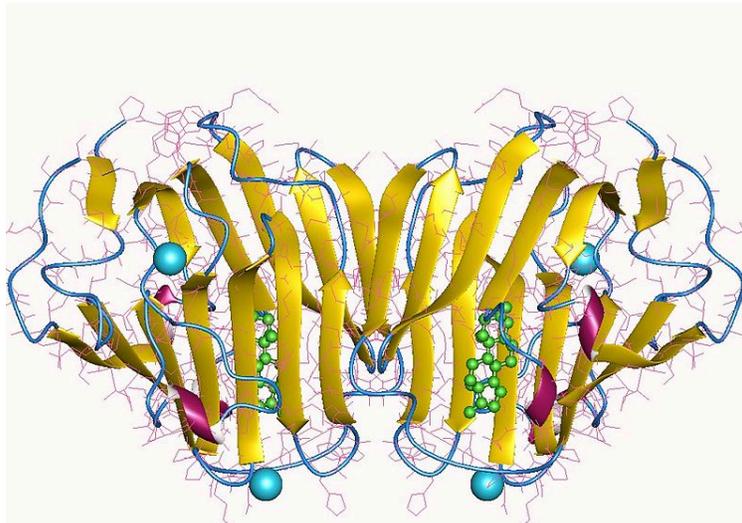


¿QUÉ ES LA SHBG?

La Globulina Fijadora de Hormonas Sexuales (SHBG, por sus siglas en inglés) es una proteína producida en el hígado. Su función principal es transportar y regular las hormonas sexuales, como la testosterona y el estrógeno, en el torrente sanguíneo.

¿PARA QUÉ SIRVE?

El SHBG es esencial para controlar la cantidad de hormonas sexuales disponibles para su uso en el cuerpo. Ayuda a prevenir desequilibrios hormonales y es una herramienta clave en el diagnóstico de trastornos como el síndrome de ovario poliquístico (SOP), hipogonadismo y otras afecciones hormonales.



¿CÓMO SE ACCEDE AL SERVICIO?

Para realizar un examen de SHBG, puedes consultar a tu médico de cabecera o especialista. Se debe acudir al laboratorio con una orden médica para solicitar el análisis.



¿CÓMO SE REALIZA?

El análisis de SHBG se lleva a cabo mediante una extracción de sangre simple. El procedimiento es rápido y generalmente no requiere preparación previa, aunque tu médico puede indicarte si es necesario ayunar antes de la prueba, u otra indicación necesaria.

BENEFICIOS

Esta prueba es útil en casos de disfunciones hormonales en combinación de las hormonas sexuales como estradiol y testosterona.

Dra. Mariela Trinidad Hurtado Silva
(Responsable del Área de Hormonas y Biomarcadores)



INAMEN
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA NUCLEAR

62 AÑOS

AL SERVICIO DE LA POBLACIÓN



www.inamen.gob.bo



contacto@inamen.gob.bo



Teléfono: (+591)2226116



Celular: 62500209