

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES



**IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN LOS EQUIPOS PARA EL
DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS Y TERAPÉUTICOS
DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL ONCOLOGICO DEL
ISSS HASTA 2025.**

AUTORES:

BARAHONA AYALA, FATIMA ROCIO.
CORTEZ MARROQUIN, KENIA ALEJANDRA.
MIRANDA MIRANDA, EDWIN EDENILSON.

ASESOR:

LIC. CARLOS EDUARDO ARIAS MEJIA.

CUIDAD UNIVERSITARIA, DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA, FEBRERO 2025

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

RECTOR:

MSc. Juan Rosa Quintanilla.

VICERRECTORA ACADEMICA:

Dr. Evelyn Beatriz.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:

MSc. Roger Armando Arias Alvarado.

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Pedro Rosalio Escobar Castaneda.

FACULTAD DE MEDICINA

DECANO

Dr. Saúl Díaz Peña.

VICEDECANO

Lic. Franklin Arnulfo Méndez Duran.

SECRETARIO

Msp. Roberto Carlos Hernández Marroquín.

DIRECTORA DE ESCUELA DE CIENCIA DE LA SALUD

Msp. Mónica Raquel Ventura de Ramos

DIRECTORA DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES

Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez.

AGRADECIMIENTOS

Llena de alegría quiero agradecer primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, brindándome fuerza y salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Maricruz por ser mi apoyo incondicional por tenerme siempre en sus oraciones y confiar en mí, mamá eres mi gran amor gracias por cuidar de mí.

Quiero agradecer infinitamente a mi padre Alejandro por estar en cada pasito que voy dando en mi carrera, por acompañarme en cada evento de mi vida, impulsarme a siempre dar lo mejor de mí, todos mis logros se los debo a ellos mis padres que con esfuerzo y sacrificio me han llevado a culminar este logro académico tan importante para mí y la dicha de presentar mi tesis para poder graduarme.

Mando un saludo y un abrazo enorme hasta el cielo y agradecimiento profundo a mis abuelitas que ya no pudieron estar presentes en la culminación de mi carrera -Petronila Díaz y -Esperanza Gutiérrez, siendo unas mujeres valientes, que con amor y sabiduría llevaron adelante a su familia.

A mis amigos de la universidad que, con sus risas, abrazos, dramas, siempre fue un buen día para ir a clases y sobrellevar la carrera día con día.

Agradezco a mi asesor de tesis por acompañarnos en este camino con su sabiduría, paciencia y compartir su conocimiento con mi grupo.

Finalmente agradecer a mi grupo de tesis, todas las experiencias que tuvimos nadie me las va a quitar y que mejor que haya sido con ustedes, gracias por su entrega, compromiso y nunca perder la fe.

Fátima Rocía Barahona

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, quien es mi fuente de sabiduría, fortaleza y guía constante en cada paso de este camino. Sin Su luz y su amor, no habría sido posible culminar esta etapa tan importante de mi vida.

Mis padres, Rosa Imelda Marroquín y José Armando Cortez, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí aun cuando yo misma dudaba. Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Todo lo que he logrado es también reflejo de su sacrificio y cariño que siempre me han brindado a pesar de las adversidades, han sido el pilar fundamental en mi vida y mi sostén en cada caída que tuve en este largo camino.

Con mucho amor dedico este logro a mi abuelita Cecilia Cortez que desde el cielo me acompaña y me cuida. Su recuerdo sigue siendo mi inspiración y su amor sigue guiando mis pasos en todo momento.

Mis compañeros de grupo de tesis, gracias por su compromiso, paciencia y trabajo en equipo. Compartir este proceso con ustedes fue un aprendizaje invaluable y me llevo grandes recuerdos de cada momento compartido.

Y, finalmente, a nuestro asesor, mi más sincero agradecimiento por su guía, dedicación y paciencia durante el desarrollo de este trabajo. Su orientación fue fundamental para lograr culminar esta tesis con éxito.

A todos, gracias por formar parte de este logro que marca una etapa muy especial en mi vida.

Kenia Alejandra Cortez

AGRADECIMIENTOS

El sentimiento que más prevalece en mí al saber que he llegado a este punto de mi vida es la gratitud, me siento bendecido de estar en este camino y agradezco infinitamente a Dios por permitirme la vida, salud, sabiduría y una hermosa familia para animarme cada día a lograr mis proyectos y por tener un propósito tan lindo escrito para mí.

Dedico con mucho amor y agradecimiento este logro a mi madre María Catalina Miranda, que ha sido la luz en mi vida, por siempre creer en mí, por su apoyo incondicional y perseverar a mi lado en cada etapa de mi vida para lograr mis sueños. Así mismo agradezco mi padre José Noé Miranda por ser un pilar fundamental en mi vida, ya que todo lo que he logrado es gracias a su arduo trabajo y dedicación. Espero en Dios poder honrarlos siempre.

También hay un espacio muy importante y especial para mis hermanas Madeline Nohemí Miranda, por siempre brindarme su apoyo de distintas maneras, y estar para mí en todo momento, y a Valeria Nayeli Miranda, mi hermanita menor por animarme y ayudarme cuando la necesito. Sin duda soy muy afortunado de tenerlas.

Agradezco hasta el cielo a mis abuelos Leonor Miranda, Amalia Miranda y Evelio Miranda por velar para que tuviera un buen futuro, descubrir talento en mí y alentarme a alcanzar mis metas, y la familia Miranda por sus palabras de apoyo durante este recorrido.

Agradezco a mi grupo de tesis por superar obstáculos y dar nuestro mayor esfuerzo para alcanzar esta etapa con éxito.

Agradezco también a nuestro asesor de tesis por su guía en nuestro proyecto de tesis.

Edwin Edenilson Miranda

CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
CAPITULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	14
1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS	17
CAPITULO II	18
MARCO TEORICO.....	18
2.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	19
2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	21
2.3. MEDICINA NUCLEAR EN EL SALVADOR.....	22
2.4. TENDENCIAS GLOBALES.....	35
3.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	40
CAPITULO IV	43
DISEÑO METODOLÓGICO	43
4.1. TIPO DE ESTUDIO.....	44
4.2. UNIVERSO Y MUESTRA	44
4.3. RECURSOS.....	44
4.5. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	45
4.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS	45
4.7. PLAN DE TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	46
4.8. PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
CAPITULO V	47
PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS	47
IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN EL DIAGNOSTICO DE LOS PACIENTES DE MEDICINA NUCLEAR DEL ISSS.....	48
IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL TRATAMIENTO TERAPÉUTICO DE PACIENTES EN MEDICINA NUCLEAR DEL ISSS.....	49

PROYECCIONES Y EXPECTATIVAS DE LA NUEVA ERA TECNOLÓGICA DE LA MEDICINA NUCLEAR	50
CAPITULO VI	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
FUENTES DE INFORMACIÓN	54
ANEXOS	55

RESUMEN

El enfoque de este estudio se fundamenta en evidenciar como los avances tecnológicos han transformado profundamente la medicina nuclear, mejorando tanto los procesos de diagnóstico como los tratamientos terapéuticos. La incorporación de nuevas modalidades de imagen ha permitido observar con mayor precisión los procesos biológicos y metabólicos dentro del cuerpo, lo que facilita la detección temprana de enfermedades como el cáncer, trastornos neurológicos y problemas cardiovasculares.

Se planteó evaluar el impacto que han generado los avances tecnológicos implementados durante los últimos años en el servicio de medicina nuclear del Hospital Oncológico del ISSS, y por medio de la fuente de información que se eligió, se obtuvieron resultados interesantes con base a las nuevas adquisiciones tecnológicas, donde no sólo presentan un cambio importante en el diagnóstico y tratamiento, como calidad de imagen, mejoras en tiempo de adquisición, sino que ofrece nuevas perspectivas para contar con un servicio de medicina nuclear completo y adecuado.

La investigación fue guiada por una serie de elementos esenciales que permitieron recolectar la información de la que se sustenta este documento, teniendo como base de datos el conocimiento de los profesionales del servicio de medicina nuclear los cuales brindaron sus percepciones de los avances tecnológicos mediante sus experiencias profesionales.

En conclusión, los avances también han hecho posible el monitoreo constante de la evolución del paciente, adaptando las terapias en función de los resultados obtenidos. De esta forma, la medicina nuclear y su constante evoluciones en equipos, se ha convertido en una herramienta esencial para la atención médica moderna, al ofrecer diagnósticos más exactos, tratamientos más personalizados y una mejora significativa en la calidad de vida de los pacientes.

Palabras claves: avances tecnológicos, medicina nuclear, PET CT, Yodo 131, radiofármaco.

ABSTRACT

The focus of this study is based on demonstrating how technological advances have profoundly transformed nuclear medicine, improving both diagnostic processes and therapeutic treatments. The incorporation of new imaging modalities has made it possible to observe biological and metabolic processes within the body with greater precision, facilitating the early detection of diseases such as cancer, neurological disorders, and cardiovascular problems.

The aim was to assess the impact generated by the technological advancements implemented in recent years in the nuclear medicine service of the ISSS Oncology Hospital. Through the selected information source, interesting results were obtained based on the new technological acquisitions, which not only show a significant change in diagnosis and treatment—such as image quality and improved acquisition time—but also offer new perspectives for having a complete and adequate nuclear medicine service.

The research was guided by a series of essential elements that made it possible to collect the information on which this document is based, using as a database the knowledge of nuclear medicine service professionals, who provided their perceptions of technological advances through their professional experiences.

In conclusion, these advances have also made it possible to constantly monitor patient progress, adapting therapies according to the results obtained. In this way, nuclear medicine and its continuous technological evolution have become essential tools in modern medical care, offering more accurate diagnoses, more personalized treatments, and a significant improvement in patients' quality of life.

Keywords: technological advances, nuclear medicine, PET-CT, Iodine-131, radiopharmaceutical.

INTRODUCCION

La medicina nuclear ha revolucionado el campo de la salud al ofrecer herramientas altamente precisas para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, especialmente aquellas de origen oncológico, cardiaco y neurológico. Esta disciplina médica se basa en el uso de pequeñas cantidades de sustancias radiactivas (radiofármacos) que, al ser administradas al paciente, permiten visualizar y determinar los procesos fisiológicos en el cuerpo humano mediante equipos especializados.

En el Hospital Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), se han utilizado diversos equipos desde sus inicios hasta la actualidad, donde cada uno cumple diferentes funciones y tratamientos, como lo son la GAMMA CÁMARA, el EQUIPO SPECT/CT y la última adquisición en el área, el PET CT, los cuales aportan información especializada tanto morfológica como funcional.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar los equipos utilizados en medicina nuclear, su funcionamiento, aplicaciones clínicas y el impacto que han tenido en la mejora de la calidad del diagnóstico y la eficacia del tratamiento terapéutico hacia el paciente, contribuyendo al desarrollo de una medicina más personalizada, segura y eficiente para cada uno de los pacientes.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Después de muchos años del descubrimiento de los rayos x y las aportaciones que se hicieron a la medicina mediante la radiación ionizante, la medicina nuclear como tal, tuvo un punto de partida muy importante en los años 40 ya que fue en ese momento donde se decide usar la energía nuclear con fines médicos, específicamente en 1946 se construye el primer reactor productor de radionúclidos, una fecha histórica para la humanidad.

Luego de algunos años de la practica la medicina nuclear en el ámbito médico, es creado el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) el cual está íntimamente relacionado con la medicina nuclear, significando un apoyo importante para garantizar el uso pacífico de la energía nuclear, promoviendo la seguridad y la cooperación en este campo. Según la OIEA la medicina nuclear es una especialidad médica que utiliza sustancias radiactivas, conocidas como radiofármacos, para diagnosticar y tratar enfermedades, así como para evaluar las funciones del cuerpo.

En las últimas décadas, la medicina nuclear ha experimentado avances significativos y su importancia en la medicina ha permitido la aplicación en muchos países del mundo, como es el caso de El salvador, según medios de comunicación la medicina nuclear dio sus inicios en El Salvador en 1969 en el Hospital Nacional Rosales y años después fue trasladado al Hospital de oncología para garantizar protección radiológica a los pacientes y profesionales que operaban en la institución, trabajando en protocolos que aseguren un servicio seguro y controlado.

1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La implementación de la medicina nuclear en El Salvador ha representado un avance significativo para el sistema de salud, al introducir tecnologías que permiten diagnósticos más precisos y tratamientos más eficaces en diversas patologías, especialmente en el ámbito oncológico. En este contexto, el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) se posiciona como una de las principales unidades del país en la aplicación de estas técnicas.

Sin embargo, a pesar del progreso alcanzado, el servicio puede presentar dificultades en el desarrollo tecnológico. El rápido y constante avance de las innovaciones en equipos y procedimientos de medicina nuclear, tanto diagnósticos como terapéuticos, plantea el desafío de integrar y actualizar dichas tecnologías de manera planificada y sostenible, garantizando su máximo aprovechamiento en beneficio de los pacientes.

Por tanto, se vuelve indispensable analizar el impacto de los avances tecnológicos en la medicina nuclear del Hospital Oncológico del ISSS, identificando tanto los logros alcanzados como las limitaciones actuales. Comprender estos aspectos permitirá proyectar estrategias de mejora y optimización que fortalezcan el desarrollo del servicio, contribuyan al aprovechamiento equitativo de la tecnología y, en última instancia, mejoren la atención y calidad de vida de los pacientes oncológicos en El Salvador. Por lo tanto, el equipo se hace la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo han impactado los avances tecnológicos de diagnóstico y tratamiento en la medicina nuclear, implementados en el Hospital Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social desde su fundación hasta el periodo del 2025?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se enfoca en la exploración del impacto de la evolución en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) por medio de los avances tecnológicos.

La reciente inversión del ISSS en un equipo PET-CT subraya la pertinencia y oportunidad de esta investigación, ya que permitirá evaluar el impacto de una de las tecnologías más avanzadas a nivel global en el contexto nacional.

Analizar cómo estos avances se han integrado en el ISSS y no solo documenta los beneficios técnicos y clínicos obtenidos, sino que también permite identificar desafíos cruciales.

Dado los desafíos históricos en la implementación y gestión de la medicina nuclear en El Salvador, este estudio es de vital importancia. Proporcionará una evaluación sistemática de cómo la modernización tecnológica impacta directamente en la calidad de la atención al paciente oncológico del ISSS, quien es el principal beneficiario. La investigación aportará evidencia concreta sobre el retorno de la inversión en alta tecnología, medido en términos de beneficios clínicos y eficiencia diagnóstica.

La investigación no solo se detendrá en el estado actual, sino que analizará las tendencias globales para establecer proyecciones realistas a futuro por medio de la perspectiva de los profesionales de medicina nuclear del Hospital oncológico del ISSS. Comprender el impacto actual es el primer paso para diseñar estrategias que aseguren un desarrollo sostenible y planificado del servicio de medicina nuclear, alineado con los avances internacionales y las necesidades de la población salvadoreña.

Finalmente, este trabajo de investigación representa una contribución significativa al conocimiento académico en el área de la Radiología e Imágenes en El Salvador. No solo cumple una función formativa para los investigadores, sino que también generará un documento de consulta actualizado. Este podrá ser utilizado por futuros estudiantes, profesionales de la salud y tomadores de decisiones, consolidando una base de conocimiento local sobre la aplicación y el impacto de la tecnología nuclear en el sistema de salud nacional.

1.4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar el impacto que han generado los avances tecnológicos implementados durante los últimos años, hasta la fecha 2025, en el área de Medicina Nuclear del Hospital Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Objetivos Específicos:

- Identificar el impacto que provocan los avances tecnológicos en el diagnóstico de los pacientes de medicina nuclear del ISSS.
- Identificar el impacto que provocan los avances tecnológicos en el tratamiento terapéutico de los pacientes de medicina nuclear del ISSS.
- Establecer las proyecciones de medicina nuclear en cuanto a nuevos avances tecnológicos y su posible impacto en el diagnóstico y tratamiento terapéutico.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Sustancias radiactivas: También conocidas como radiofármacos o radiotrazadores, son sustancias que se utilizan para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Estos radiofármacos están marcados con átomos radioactivos que emiten radiación, generalmente en forma de rayos gamma, permitiendo a los médicos obtener imágenes del cuerpo y evaluar la función de órganos y tejidos.

Tecnecio-99m (Tc-99m): Es el radiofármaco más utilizado en medicina nuclear diagnóstica y se utiliza para una amplia variedad de exámenes, como estudios de corazón, huesos y tiroides.

Yodo-131 (I-131): Se utiliza para tratar el cáncer de tiroides y el hipertiroidismo.

Itrio-90 (Y-90): Se utiliza para el tratamiento del cáncer de hígado y algunos tipos de linfoma.

SPECT sigla de "Tomografía Computarizada de Emisión de Fotón Único": Es una técnica de imagen médica no invasiva que utiliza radiofármacos para visualizar la función y estructura de órganos y tejidos. Se utiliza para crear imágenes tridimensionales de la distribución de una sustancia radioactiva en el cuerpo, lo que permite identificar áreas de mayor o menor actividad.

Renograma: También conocido como **gammagrafía renal:** es una prueba de medicina nuclear que evalúa la función de los riñones. Utiliza un radioisótopo (material radiactivo) que se inyecta al paciente y luego se visualiza mediante una gammacámara, permitiendo observar cómo los riñones filtran y excretan la sustancia.

SPECT CT: Son dispositivos de imagenología híbridos que combinan las capacidades de la Tomografía por Emisión de Fotón Único (SPECT) con la Tomografía Computarizada (TC). La SPECT mide la actividad de radioisótopos en el cuerpo, mientras que la TC proporciona imágenes de la estructura anatómica. La combinación de ambas técnicas permite obtener imágenes que combinan información funcional (de la SPECT) y anatómica (de la TC), mejorando la precisión del diagnóstico.

PET: Es un equipo que utiliza pequeñas cantidades de sustancias radiactivas (radiotrazadores) que se concentran en órganos y tejidos específicos. Al desintegrarse, estos radiotrazadores emiten positrones que interactúan con los electrones del cuerpo, generando rayos gamma detectados por un tomógrafo PET.

Cardiología: Evaluar el flujo sanguíneo al corazón, identificar áreas de isquemia o infarto.

Neurología: Estudiar el flujo sanguíneo cerebral, identificar áreas de daño cerebral, evaluar la función de los neurotransmisores.

Oncología: Identificar y localizar tumores, evaluar la respuesta al tratamiento, estudiar la propagación del cáncer a los huesos.

Fosforilada: Proceso mediante el cual se agrega un grupo de fosfato a una molécula, como un azúcar o una proteína.

Isotopo: Variantes de un elemento con el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones.

Ciclotrón: es un acelerador de partículas que produce radioisótopos artificiales. Estos radioisótopos se utilizan para crear radiofármacos.

2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La medicina nuclear se diferencia de otras técnicas de imagenología porque utiliza radiofármacos que emiten radiación, mientras que otras técnicas (como la radiografía o la tomografía computarizada) utilizan fuentes externas de radiación. El radiofármaco, administrado al paciente, permite visualizar cómo funcionan los órganos y tejidos, de esta manera brinda información que es útil para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades por medio de protocolos establecidos con la tecnología adecuada.

También es útil para detectar una amplia gama de enfermedades, incluyendo enfermedades cardíacas, cáncer, enfermedades de la tiroides, problemas óseos, entre otras, permite evaluar la función de órganos y tejidos, como el flujo sanguíneo al corazón (perfusión miocárdica) o la función pulmonar.

Conociendo un poco más sobre las sustancias radiactivas, en el centro de medicina nuclear de El Salvador se hace mención sobre:

“El descubrimiento del Tecnecio-99m data del año 1939, que es isótopo más usado actual en Medicina Nuclear. En 1951 se sugieren imágenes con emisores de Positrones y en 1960 en adelante se desarrolla el concepto del SPECT.

En 1965 se desarrolla el primer generador de Molibdeno Tecnecio, La era de la Medicina Nuclear como tal, a la década del 40 al 50, siendo empleado entre los primeros radio-isótopos, el YODO radioactivo, en el tratamiento de pacientes con enfermedades tiroideas, habiéndose alcanzado el mayor crecimiento, posterior a la década del 70, con la aparición de gammacámaras planares (imágenes sólo en 2D), las cuales hacia principio de los 80 estaban conectadas a rudimentarios computadores.

La segunda mitad de la década de los 80 dio paso a la aplicación de estudios con gammacámaras tomográficas, SPECT (tomografía computarizada con emisión de fotón único), con posibilidad de reconstrucción de estudios en imágenes 3D y 2D, conectadas a computadores más versátiles y de mayor capacidad.

La década de los 90 marca otro hito de la Medicina Nuclear, con la realización de estudios de Positrones PET (tomografía por emisión de positrones), desarrollándose toda una nueva gama de estudios, a nivel metabólico, molecular, constituyendo sin duda, una verdadera revolución en el ámbito diagnóstico por imágenes siendo el área de la imagenología de mayor crecimiento y con mayores perspectivas a futuro de mejorar las opciones diagnósticas.

El siglo XXI, inicia otro cambio importante en la Medicina Nuclear, esencialmente funcional-molecular. A los equipos de SPECT O PET se les agrega un tomógrafo de Rx conocido como CT (tomografía computarizada), teniendo así la posibilidad de que, a los estudios funcionales, se complementen con el componente morfológico, para una mejor correlación anatómica de focos captantes y posibilidad diagnóstica.

Aparecen así los equipos de SPECT/CT y PET/CT, cada día de mayor disponibilidad y en los primeros años de la segunda década del siglo XXI, equipos de PET unidos a un equipo de Resonancia Magnética, PET/MRI.”⁽¹⁾

2.3. MEDICINA NUCLEAR EN EL SALVADOR

La presente información fue proporcionada por profesionales adscritos al servicio de medicina nuclear del Hospital Oncológico del ISSS desde sus archivos de identidad institucional.

“En 1950 se inician las investigaciones sobre la medicina nuclear en El Salvador, para posteriormente inaugurar el servicio de Medicina Nuclear en el Hospital Nacional Rosales, en 1978 el Dr. Menandro Alcibíades Canelo propone a las autoridades del Instituto Salvadoreño del Seguro Social adquirir un equipo de medicina nuclear y fue en octubre de 1978 cuando se instaló el primer equipo de medicina nuclear en el país, era un gammagrafo 500D marca picker, es así como se inicia el servicio de medicina nuclear en el hospital general. En octubre de 1995 el servicio de medicina nuclear fue trasladado al hospital de oncología debido a que contaba con las condiciones necesarias de protección radiológica y el espacio físico que se requería para realizar los procedimientos con las normas de protección radiológica en las cuales se enfatizó la protección del paciente y los profesionales, debido a que se realizan diversos procedimientos de diagnóstico dependiendo de las patologías que los pacientes presenten, se hace necesario que los protocolos sean diferentes, cuyo objetivo es proteger al paciente y profesional de la irradiación innecesaria y de la contaminación con material radioactivo.

El 12 de octubre de 1995 el servicio se traslada al hospital de Oncología reuniendo condiciones necesarias de protección radiológica y espacio físico ajustando a las necesidades de ese entonces, contando con un área caliente y una fría

Se mejora con esta complementariedad de técnicas especialmente la especificidad diagnóstica, ya que para el Médico de Medicina Nuclear, constituye un apoyo anatómico para localizar alteraciones visualizadas en los estudios de SPECT o PET, realizando diagnóstico en este campo.

Diciembre del 2000 se adquiere en el hospital de oncología otra Cámara Gamma E-CAM marca SIEMMENS contando con una tecnología más avanzada y realizándose estudios de SPECT con imágenes tridimensionales de cualquier órgano del cuerpo humano.

Hoy en día la Medicina Nuclear constituye una herramienta de diagnóstico, de sustancial utilidad prácticamente en todas las especialidades médicas, siendo materia de estudio imprescindible y parte del currículo de formación de diferentes especialidades como la Cardiología, Oncología, Radiología y Neurocirugía.

Así mismo también es una rama de la medicina que estudia la anatomía y función de los órganos del cuerpo mediante imágenes que se obtienen detectando la emisión de energía de una sustancia radiactiva previamente inyectada al paciente por vía intravenosa o ingerida por vía oral, para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica.

Se utilizan radiofármacos, que están formados por un fármaco transportador y un isótopo radiactivo, estos radiofármacos se aplican dentro del organismo humano por diversas vías (la más utilizada es la vía intravenosa). Una vez que el radiofármaco está dentro del organismo, se distribuye por diversos órganos dependiendo del tipo de radiofármaco empleado. La distribución del radiofármaco es detectada por un aparato detector de radiación llamado gamma cámara y almacenado digitalmente en un procesador o computador.

Los médicos nucleares interpretan estas imágenes para obtener el diagnóstico de la enfermedad que aqueja al paciente, los estudios diagnósticos de medicina nuclear no son peligrosos y sólo liberan pequeñas cantidades de radiación hacia el organismo. sus principales campos de acción son el diagnóstico por imagen y el tratamiento de determinadas enfermedades mediante el uso de medicamentos radiofármacos, las aplicaciones clínicas de los radiofármacos abarcan prácticamente a todas las especialidades médicas”.

“Gamma cámara:

Es un dispositivo que detecta la radiación gamma emitida por radionúclidos introducidos en el cuerpo del paciente, esta radiación es transformada en señales eléctricas que se procesan para crear imágenes funcionales.

La imagen realizada se llama gammagrafía, un procedimiento de diagnóstico que se basa en la detección de la captación de un determinado radiofármaco en un órgano o tejido concreto, aporta información morfológica y funcional.

Esta técnica se aplica en el estudio de una gran variedad de sistemas, como el osteoarticular, genitourinario, digestivo, cardiovascular, respiratorio, endocrino y cerebral.



La gamma cámara está compuesta por varios componentes esenciales que trabajan en conjunto para capturar y procesar la radiación gamma. Las partes de la gamma cámara principales incluyen:

Colimador: El colimador es una placa de material denso, generalmente plomo, con múltiples orificios que permiten el paso de radiación gamma en una dirección específica. Este componente es crucial para garantizar la precisión y claridad de las imágenes.

Cristal centelleador: El cristal centelleador, comúnmente fabricado de yoduro de sodio dopado con talio, convierte los fotones gamma en fotones de luz visible mediante un proceso llamado centelleo.

Tubos fotomultiplicadores: Los tubos fotomultiplicadores amplifican los fotones de luz producidos por el cristal centelleador y los convierten en señales eléctricas. Estas señales son fundamentales para generar imágenes de alta resolución.

Sistema de adquisición de datos: Este sistema procesa las señales eléctricas y las convierte en imágenes digitales que se visualizan en un monitor. Incluye algoritmos de reconstrucción para generar imágenes tridimensionales si es necesario.



Tipo de equipo	Marca	Modelo	Parámetros máximos de voltaje (kV) y corriente (mA)		Año de fabricación
GammaCámara	SIEMENS	Symbia E Dual Head 10275879	480 V AC	Potencia72.5 kVA	2010

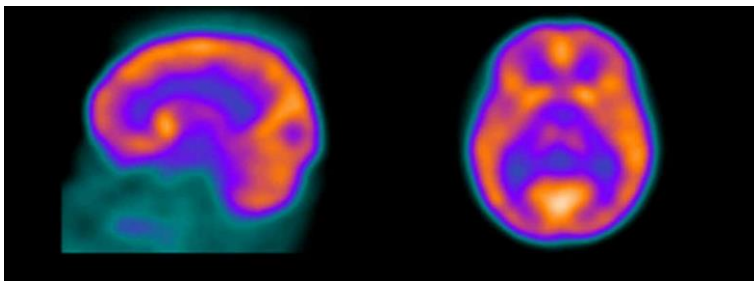
La gamma cámara es una herramienta indispensable en medicina nuclear, utilizada para diagnosticar y monitorear una amplia variedad de enfermedades, entre sus aplicaciones más comunes se encuentran:

Diagnóstico cardíaco: La gamma cámara se utiliza para realizar estudios de perfusión miocárdica, que evalúan el flujo sanguíneo en el corazón.

Esto es esencial para detectar enfermedades coronarias, infartos de miocardio y evaluar la función cardíaca.

Oncología: En oncología, la gamma cámara es clave para la localización y evaluación de tumores, así como para la detección de metástasis. La gamma cámara PET es especialmente útil en este campo debido a su capacidad para obtener imágenes tridimensionales con alta precisión metabólica.

Estudios neurológicos: La gamma cámara se emplea para diagnosticar y monitorizar trastornos neurológicos como la enfermedad de Parkinson, epilepsia y demencias. Permite analizar la actividad cerebral y la perfusión en diferentes regiones del cerebro”. (2)



EQUIPO SPECT/CT SYMBIA INTEVO 16:

La SPECT-CT implica la adquisición de una tomografía computarizada (TC) sin contraste de baja dosis inmediatamente antes de la SPECT (tomografía computarizada por emisión monofotónica), que utiliza una gammacámara rotatoria. Generalmente se realiza en medicina nuclear como complemento a la gammagrafía estándar de un solo plano.

Las imágenes de TC se superponen o fusionan con las imágenes SPECT, lo que permite la localización anatómica precisa de la captación del radiofármaco. La TC también permite la corrección de posibles artefactos resultantes de la atenuación de los rayos gamma emitidos por los tejidos corporales del paciente antes de ser detectados por la gamma cámara rotatoria.

Tipo de equipo	Marca	Modelo	Parámetros máximos de voltaje (kV) y corriente (mA)		Año de fabricación
SPECT/CT (Symbia Intevo 16)	SIEMENS	INTEVO 16	130 KV 480 V AC	345 mA Potencia 72.5 kVA	2017



El equipo SPECT CT es un equipo de híbrido que permite en los estudios conocer de la morfología y la funcionalidad de los órganos, permitiendo dar un diagnóstico con mayor confiabilidad.

Conociendo a fondo sobre el funcionamiento y el material utilizado en el nuevo equipo PET CT nos indica el Centro De Medicina Nuclear de El Salvador lo siguiente:

PET CT:

“El PET es una prueba que permite obtener imágenes de la función celular para evidenciar las diferencias entre el tejido sano y el enfermo, mientras que la CT aporta imágenes, que permiten la localización anatómica precisa de las anomalías observadas en el PET.



Tipo de equipo:	Marca:	Modelo:	Parámetros máximos de voltaje (kV) y corriente (mA):		Año de fabricacion:
PET CT	SIEMENS	Biograph mCT Family	480 V AC	Potencia 72.5 kVA	2024

¿Cómo funciona el PET/CT?:

La prueba se realiza tras inyectar el radiofármaco, que, por lo general, es un isótopo radiactivo asociado a una molécula de transporte. El isótopo radiactivo más utilizado en el PET clínico es el Flúor-18 generado a partir de la fluorodesoxiglucosa (¹⁸F-FDG) producido en un ciclotrón

¿Qué es la ¹⁸F-FDG?

Este elemento posee una vida media de 110 minutos y sólo puede ser transportado distancias relativamente cortas antes de su uso, o tras un proceso de sobreexcitación desde el punto generador. Debido a esta corta vida media, el isótopo suministrado se degrada paulatinamente durante la jornada de actividad,



por lo que se requiere una cuidadosa planificación de la atención diaria (administración y efectividad del radiofármaco).

18F-FDG tiene indicaciones de uso en neurología, cardiología y principalmente en oncología, teniendo su principal uso en el estadiaje de linfomas, en su evaluación del tratamiento y en el seguimiento, además se utiliza para reevaluación en cáncer de mama, próstata y colon, es de mucha ayuda diagnóstica en melanoma y cáncer indiferenciado de tiroides , así como tumores de cabeza y cuello, aunque la FDG no es un marcador tumoral específico, es de mucha utilidad además en procesos infecciosos y diagnóstico de tumores desconocidos.

El PET-CT es una técnica sencilla, indolora y segura. La inyección intravenosa de 18F-FDG no produce efectos secundarios ni reacciones alérgicas puesto que sus componentes son habituales en el organismo. La exposición a la radiación no es suficiente como para provocar daños en el organismo.



Cuando el estudio finaliza y el paciente se ha marchado del Centro de medicina nuclear, gran parte de la sustancia radioactiva que se ha inyectado habrá desaparecido, por lo cual es un estudio ambulatorio”.⁽³⁾

Los datos presentes a continuación fueron brindados por la físico dentro del área de Medicina Nuclear, en los cuales se detalla sobre la protección dentro del departamento:

ACTIVIMETRO:

“Este equipo incluye una cámara de ionización que proporciona un método preciso, exacto, rápido y muy práctico de medir actividad de una muestra de radioisótopo para medicina nuclear.

Los modelos de activímetro más comúnmente utilizados se basan en una cámara de ionización de tipo pozo o reentrante en cuyo interior se sitúa la fuente radiactiva que se desea medir. El gas de llenado de la cámara se encuentra a una presión bastante superior a la atmosférica, normalmente entre 10 y 20 atmósferas, con objeto de tener una buena eficiencia. Al establecer una diferencia de potencial entre los electrodos de la cámara, la corriente iónica producida al paso de la radiación es para una energía determinada y en primera aproximación proporcional a la actividad de la fuente radiactiva y, mediante un proceso de calibración adecuado, puede conseguirse que la cámara indique directamente el valor de la actividad de la fuente radiactiva.

Como el espesor de las paredes de la cámara debe ser relativamente grande para soportar la presión del gas de llenado, los activímetros se utilizan preferentemente para la medida de nucleidos que emitan radiación gamma, bien directamente o a partir de un proceso de aniquilación. Debido a la colocación de la fuente en el interior del pozo la dependencia de la respuesta de la cámara a la posición y forma de la fuente se minimizan. Su capacidad para la medida de emisores beta depende esencialmente de la energía de las partículas y se basa en la detección de la radiación de frenado producida por éstas, fundamentalmente en su interacción con las paredes de la cámara.



Marca: CRC

Modelo: 55tR

DETECTORES DE GEIGER:

Un detector Geiger, en el contexto de la medicina nuclear en El Salvador, es un dispositivo que mide la radiación ionizante, como partículas alfa, beta y rayos gamma, para garantizar la seguridad radiológica.

El uso de un detector Geiger en medicina nuclear:

Seguridad radiológica:

Los detectores Geiger se utilizan para monitorear los niveles de radiación en áreas donde se manejan materiales radioactivos.

Pruebas de limpieza:

Se usan para verificar que las áreas donde se han utilizado materiales radioactivos hayan sido desinfectadas adecuadamente.

Estudios de área:

Ayudan a determinar la distribución de la radiación en un entorno específico.

Mediciones de la tasa de exposición:

Permiten evaluar la exposición a la radiación de las personas que trabajan en áreas donde se manejan materiales radioactivos.

Marca: **BICRON/** Modelo: **SURVEYOR 200/** Sonda: **BICRON PGM.**



Marca: **LudlumMeasurements,Inc/** Modelo:**3001-2RK/** Kit con dos detectores.



Cabina o Celda : Cabina de flujo laminar

-Marca: **SINERGIE**

-Modelo: **NMC-VF**

En Medicina Nuclear existen estos espacios que son clave para garantizar un manejo seguro de los materiales radioactivos

Cuarto caliente: donde se preparan y almacenan los radiofármacos que se usan en los estudios de medicina nuclear como el PET y SPECT – CENTELLOGRAMAS, diseñados con todas las medidas de seguridad para proteger a los pacientes y al personal de salud.



Características y Funciones:

Blindaje:

La celda caliente está construida con materiales densos, como plomo, acero inoxidable o concreto, para reducir la radiación que emiten las fuentes radiactivas.

Guanteras y Accesorios:

La celda suele estar equipada con guantes de goma para permitir la manipulación de materiales desde el exterior, así como con otros accesorios como pinzas y herramientas especiales.

Sistema de Contención:

Se implementan sistemas de ventilación y filtración para evitar la fuga de materiales radiactivos y garantizar la seguridad del personal.

Observación y Monitoreo:

Se incluye un visor de vidrio plomado para que el personal pueda observar las operaciones desde el exterior y monitorear el nivel de radiación.

Almacenamiento y Transporte:

Las celdas calientes también pueden estar diseñadas para el almacenamiento y transporte de materiales radiactivos, proporcionando un espacio seguro para su gestión.

Beneficios de la Manipulación en Celdas Calientes:

Seguridad del Personal: Protege al personal de la exposición a la radiación, reduciendo el riesgo de enfermedades y lesiones.

Contención de la Radiación: Reduce la liberación de materiales radiactivos al ambiente, protegiendo el entorno.

Control de la Radiación: Permite el manejo de materiales radiactivos de manera controlada y segura.



MONITOR DE ÁREA:

Es un monitor de área para la medida en continuo de la radiación gamma ambiental y rayos-X. Su diseño se basa en un sistema de microprocesador que permite realizar medidas de tasa de dosis hasta 2000 $\mu\text{Sv/h}$ y de dosis acumulada hasta 10000 μSv .

Marca: **LAMSE** Modelo: **RM1001B-RIM**

Estos monitores ayudan a asegurar la seguridad de los pacientes, personal y entorno al realizar procedimientos de medicina nuclear, donde se utilizan radioisótopos y radio trazadores”.

2.4. TENDENCIAS GLOBALES

PET-CT DIGITAL

Total Body PET

“La evolución del PET-CT tradicional será PET de cuerpo completo, que incluye detectores digitales con mucha más sensibilidad.

Está basado en una tecnología que, en conjunto, suma más. La amplia gama de características expande sus capacidades clínicas y ofrece una excelente detectabilidad de lesiones, resolución espacial y precisión de cuantificación, permitiéndole ofrecer un estándar más alto de atención a más pacientes.



El modelo Biograph Horizon ofrece una gama escalable y flexible de tecnologías PET y CT disponibles en una única plataforma. Todas las características avanzadas de PET y CT son actualizables en el campo, lo que ayuda a mantener su sistema actualizado durante muchos años.

Oncología: Capacidad para ofrecer imágenes rápidas y con baja dosis permite un flujo de trabajo integral en oncología.

Cardiología: Los detectores digitales basados en LSO permiten el uso rutinario de isótopos de vida corta para la obtención de imágenes cardíacas.

Neurología: Demuestra una delimitación precisa de la anatomía cerebral gracias a sus pequeños elementos.”⁽⁴⁾

Innovaciones clave:

- Imágenes hasta 40 veces más rápidas.
- Menor dosis de radiación.
-
- Detecta lesiones muy pequeñas que antes pasaban desapercibidas.
- Permite estudiar cómo viajan fármacos y moléculas por todo el cuerpo en tiempo real.

PET-MRI

Combinación de PET con resonancia magnética

“Los sistemas PET-MRI representan la cumbre de las tecnologías híbridas de imágenes médicas, combinando dos potentes modalidades en una sola máquina. La MRI (Resonancia Magnética), una de las principales herramientas de imagen en radiología, funciona mediante un gran imán que produce potentes campos magnéticos. A diferencia de la TC (Tomografía Computarizada), la MRI... no implican radiación ionizante, ofrece superior imágenes de tejidos blandos y puede proporcionar imágenes en múltiples planos.



Cuando estas ventajas de la resonancia magnética en cuanto a imágenes anatómicas y funcionales se combinan con los datos metabólicos proporcionados por PET, que visualiza los procesos biológicos activos del cuerpo, el resultado es una imagen completa, esta visión integrada ofrece información clínica significativa, especialmente en oncología.” ⁽⁵⁾

Ventajas:

- Mucho más detalle anatómico que el CT.
- Ideal para tumores cerebrales, el área de pediatría y cardiología.
- Menor radiación comparada con PET-CT.

CICLOTRONES

Modelos compactos de nueva generación

“El MINITrace Qilin es un ciclotrón emisor de positrones totalmente automatizado, capaz de producir isótopos para cubrir más del 99 % de todos los procedimientos PET clínicos. Con capacidad suficiente para dar soporte a 3 o 4 escáneres internos y cubrir las necesidades de distribución local, presenta uno de los tamaños más reducidos entre los ciclotrones clínicos, lo que facilita su ubicación e instalación.” ⁽⁶⁾



Beneficios:

- Operación sencilla
- Mayor producción de radioisótopos
- Secuencia de producción automatizada
- Exposición a bajas dosis de radiación
- Requisitos mínimos del suelo
- Potencial de actualización completo
- Integración con laboratorios automatizados.

En países en desarrollo, esta tecnología es clave para expandir y optimizar el uso de PET-CT.

Inteligencia Artificial aplicada a Medicina Nuclear

“Una de las contribuciones más importantes de la IA en medicina nuclear es la capacidad de contar con un soporte adicional para analizar imágenes de manera más rápida y precisa.



Las herramientas de aprendizaje automático son capaces de identificar patrones complejos en imágenes obtenidas a través de técnicas como Tomografía por Emisión de Positrones (PET) y Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT).

Detección temprana de enfermedades: los algoritmos de IA pueden localizar anomalías sutiles en etapas tempranas, esenciales para enfermedades como el cáncer.

Reducción del error humano: incluso los radiólogos más experimentados pueden tener diferencias en sus interpretaciones.

Optimización del tiempo: procesar imágenes manualmente es una tarea que consume mucho tiempo

Análisis cuantitativo avanzado: la IA no solo detecta anomalías, sino que también cuantifica datos como el tamaño de las lesiones, su progresión en el tiempo y la respuesta a los tratamientos.

Personalización del diagnóstico y tratamiento

permite obtener la información necesaria del paciente para personalizar el diagnóstico y tratamiento. Cada persona es única, y su respuesta a una enfermedad o terapia puede variar.

Predicción de respuestas a tratamientos: con datos previos, la IA puede predecir cómo un paciente responderá a ciertos tratamientos.

Desarrollo de protocolos individualizados: la IA facilita la creación de planes de tratamiento adaptados a las características únicas de cada paciente.

Seguimiento continuo y ajustes dinámicos: a través de la recopilación continua de datos, la IA puede ajustar dinámicamente los tratamientos en función de cómo progresa la enfermedad o cómo responde el paciente. Esto garantiza una atención flexible y eficaz.” (7)

CAPITULO III

OPERACIONALIZACIÓN

DE VARIABLES

3.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
<ul style="list-style-type: none"> Identificar el impacto que provocan los avances tecnológicos en el diagnóstico de los pacientes de medicina nuclear del ISSS. 	Diagnóstico de los pacientes.	Es el efecto que generan los avances tecnológicos en cuanto a la calidad, precisión, oportunidad y utilidad diagnóstica realizada en medicina nuclear.	Se refiere a los cambios en la calidad de imagen, reducción en la repetición de estudios, entrega de resultados satisfactorios para los médicos tratantes y hacia los pacientes.	Tiempo de realización del estudio.	Tardío. Oportuno. Muy oportuno.
				Calidad de la imagen.	Alta. Media. Baja.
				Nivel de satisfacción del médico tratante.	Alta. Media. Baja.
				Concordancia clínica del informe diagnóstico.	Alta. Media. Baja.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el impacto que provocan los avances tecnológicos en el tratamiento terapéutico de los pacientes de medicina nuclear del ISSS. 	Tratamiento terapéutico de los pacientes	Los tratamientos terapéuticos consisten en administrar radiofármacos al paciente, dicho fármaco se dirige selectivamente a células específicas como las tumorales y emiten radiación para destruir las células.	Efectividad y eficiencia de los tratamientos terapéuticos al paciente en el servicio de medicina nuclear	Dosis de radiación administrada por procedimiento	Alta Media Baja
				Tiempo promedio de aplicación de tratamiento	Tardío Oportuno Muy oportuno
				Satisfacción del paciente por procedimiento	Alta Media Baja

OBJETIVO ESPECÍFICO 3	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
Establecer las proyecciones de medicina nuclear en cuanto a nuevos avances tecnológicos y su posible impacto en el diagnóstico y tratamiento terapéutico.	Proyecciones de la medicina nuclear por los avances tecnológicos.	Se refiere a la estimación del desarrollo futuro de la medicina nuclear en relación con la incorporación de las nuevas tecnologías, radiofármacos y procedimientos y su impacto esperado en el diagnóstico y tratamiento terapéutico.	Se medirá mediante la identificación de los avances tecnológicos en equipos y procedimientos de medicina nuclear (diagnósticos y tratamientos) implementados en el hospital oncológico del ISSS hasta 2025.	Mejora en el tiempo de realización de estudio.	Si No
				Mejora la calidad de imagen.	Si No
				Mejora la dosis de radiación.	Si No
				Mejora en precisión diagnóstica y terapéutica.	Si No

CAPITULO IV

DISEÑO

METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Exploratorio

4.2. UNIVERSO Y MUESTRA

Universo y muestra: Servicio de medicina nuclear del ISSS.

4.3. RECURSOS

Recursos humanos:

- Miembros del equipo investigador:
 - Kenia Alejandra Cortez Marroquin.
 - Fátima Rocio Barahona Ayala.
 - Edwin Edenilson Miranda Miranda.
 - Licenciado asesor de tesis: Lic. Carlos Eduardo Arias Mejía.

Recursos tecnológicos:

- Computadoras
- Celulares
- Internet

Recursos materiales:

- Resma de papel bond
- Folder
- Bolígrafos
- Impresora

Recursos económicos:

\$150 monto que cubre transporte, comida y materiales.

4.4 TECNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

Método: Entrevista

Técnica: Entrevista estructurada.

Instrumento:

Entrevista. Fue indispensable para esta investigación registrar de manera individual la experiencia que permite la implementación de nueva tecnología y como es la adaptación del personal a esta.

4.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Previamente se coordinó una reunión en la cual se presentó la propuesta de investigación a jefatura del servicio de medicina nuclear del ISSS, con el objetivo de tramitar una solicitud para la autorización de la realización del proyecto de investigación en dicho establecimiento de salud. Luego de obtener oficialmente los permisos, se realizó un plan de trabajo de campo para evaluar los días que sean factibles para recolección de la información fundamental para poner en marcha la investigación, posteriormente se solicitó un día específico para ejecutar el instrumento de recolección de datos el cual será desarrollado por el equipo de medicina nuclear, logrando así la obtención de datos necesarios para la presente investigación.

4.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El trabajo de investigación se rigió por aspectos éticos muy importantes para garantizar que se desarrolle de manera responsable, y proteger la integridad de la institución, los derechos y bienestar de los participantes y la autenticidad de los resultados. De manera que, en primera instancia, se presentó la noción del proyecto y se solicitaron los permisos necesarios a jefatura del servicio de medicina nuclear del ISSS, además se puso a disposición de la institución los días que se nos podían recibir para realizar la recolección de datos sin afectar el horario laboral o suponer una carga a sus labores del día. Se informaron los objetivos del proyecto para que haya una mejor comprensión e invitarle a la participación en la multiplicación de la información de interés si así lo desean, así como recalcar el compromiso de mantener una investigación sumamente respetuosa, permitiendo una participación

voluntaria y segura, tomando en cuenta que los facilitadores de la información tendrán un perfil anónimo y confidencial.

4.7 PLAN DE TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron recolectados mediante una entrevista. Una vez las intervenciones de los profesionales fueron grabadas, posteriormente sus respuestas se transcribieron en un documento de Word con el propósito de identificar las variables cualitativas y se realizó una sinopsis del conjunto de respuesta por cada pregunta.

Posteriormente se depuraron los datos a fin de identificar y corregir posibles inconsistencias en el registro.

4.8 PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base a la información obtenida en la entrevista, se realiza una respuesta global por cada pregunta identificando las variables en común y otros aspectos importantes que den respuesta a cada pregunta.

Posterior mente se organizan las preguntas que dan respuesta a cada objetivo y se clasifican en tres categorías respecto su naturaleza de cada objetivo específico, y de esta manera poder analizar y brindar una conclusión por cada sección que ayude a comprender de una mejor manera la situación.

CAPITULO V
PRESENTACIÓN Y
ANALISIS DE
RESULTADOS

IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN EL DIAGNOSTICO DE LOS PACIENTES DE MEDICINA NUCLEAR DEL ISSS.

Los resultados de la entrevista a profesionales de medicina nuclear de la presente institución indican que los avances tecnológicos en medicina nuclear han tenido un impacto altamente positivo en la precisión diagnóstica y en la calidad del servicio brindado a los pacientes del ISSS, se destaca el uso de equipos como el SPECT-CT y el PET-CT, los cuales han permitido identificar lesiones que antes no eran visibles con los métodos convencionales, además de facilitar la detección de infecciones o diseminaciones de enfermedades con mayor exactitud.

Asimismo, la implementación de nuevas tecnologías ha mejorado de forma notable la calidad de las imágenes diagnósticas, optimizando la resolución, reduciendo los tiempos de adquisición y disminuyendo las dosis de radiación administradas, sin afectar la calidad de los estudios. por otra parte, los entrevistados mencionan que la experiencia del paciente también ha mejorado significativamente, ya que los nuevos equipos permiten procedimientos más rápidos, cómodos y seguros, reduciendo la exposición y las molestias durante los estudios. Esto, a su vez, ha contribuido a una mayor satisfacción del paciente y a una reducción de errores en los procesos diagnósticos.

IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL TRATAMIENTO TERAPÉUTICO DE PACIENTES EN MEDICINA NUCLEAR DEL ISSS.

Al entrevistar al personal de medicina nuclear se descubrió que En el salvador no se utiliza un equipo como tal para dar tratamientos terapéuticos, hasta el momento el único tratamiento que se administra es el isotopo radiactivo Yodo 131 que sirve para el cáncer de tiroides o metástasis, actualmente se ha presentado una mejoría ya que se ha brindado más material radiactivo al área para poder atender a más pacientes durante la semana con su respectivo procedimiento, es importante destacar que gracias al equipo que combina la gamma cámara con el TAC se determina el grado del avance y permite ajustar un diagnóstico adecuado por parte del médico tratante.

PROYECCIONES Y EXPECTATIVAS DE LA NUEVA ERA TECNOLÓGICA DE LA MEDICINA NUCLEAR

Con base a las respuestas obtenidas mediante la entrevista se reconoce que la medicina ha experimentado un impresionante impacto con los avances tecnológicos, y el campo de la medicina nuclear, con la visión de apostar cada vez más a perfeccionar equipos que permitan un diagnóstico más certero y tratamientos efectivos y oportunos, es un ejemplo muy claro de ello. En este contexto, es esencial conocer el punto de vista de los profesionales de medicina nuclear del Hospital oncológico del ISSS sobre el impacto y percepción de nuevas tecnologías emergentes o actualizaciones en su área que consideran indispensables para contar con un servicio de medicina nuclear más completo.

Existe una situación desafiante en el servicio de Medicina nuclear del ISSS, y es que se realizan gestiones programadas de compra de radiofármacos en el extranjero, llamando la atención que la mayoría de profesionales tiene como visión que la implementación de un ciclotrón sería un cambio revolucionario, ya que este equipo permite la producción de radioisótopos que son la base para crear radiofármacos que se manejan en medicina nuclear tanto para diagnósticos como para tratamiento, y esperan en un futuro contar con ello.

Ahora que ya se cuenta con tecnología híbrida como el PET CT, recientemente inaugurada, mostraron entusiasmo por contar algún día con un PET RM que permita la obtención de imágenes más detalladas que brinde información esencial para dar un diagnóstico más oportuno. Adicional a esto es importante destacar que su visión acerca de nuevos equipos, va alineada a una infraestructura adecuada a las condiciones y/o requerimientos que el servicio demanda.

CAPITULO VI

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES

- Los avances tecnológicos en medicina nuclear han transformado de manera positiva el diagnóstico de los pacientes del ISSS, incrementando la precisión, seguridad y eficiencia de los procedimientos, el uso de equipos modernos con los que cuentan ha permitido obtener resultados más confiables y oportunos, optimizando la atención médica y fortaleciendo la calidad del servicio, además, la incorporación de estas tecnologías ha mejorado la experiencia del paciente, reflejando un impacto integral tanto en el ámbito clínico como humano de la atención médica.
- El uso del isótopo radiactivo Yodo 131 representa un avance importante en el tratamiento del cáncer de tiroides y sus metástasis. Aunque los recursos terapéuticos aún son limitados, la mayor disponibilidad de material radiactivo y el apoyo de tecnologías como la gamma cámara combinada con TAC han permitido optimizar los diagnósticos y mejorar la precisión en el seguimiento de los pacientes, fortaleciendo así la calidad de la atención médica en medicina nuclear.
- Analizando las proyecciones a futuro que expresan los profesionales de medicina nuclear del ISSS, el equipo se da cuenta que existe una clara conciencia de la importancia de la innovación tecnológica para brindar un mejor servicio a los pacientes, mostrando una visión encaminada al progreso, identificando la necesidad de incorporar equipos de última generación, como el ciclotrón y el PET-RM, para asegurar la optimización de su trabajo y aporte. Sin embargo, conseguir este nivel de desarrollo implica vencer primero los desafíos relacionados con los radiofármacos importados y una infraestructura adecuada para soportar nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES

- Actualización constante de la tecnología disponible para mantener altos niveles de precisión y seguridad en los diagnósticos.
- Fomentar la capacitación continua del personal médico y técnico en el manejo de nuevas herramientas diagnósticas, priorizando la seguridad del paciente, la calidad de la imagen y la eficiencia en los procedimientos.
- Ampliar la infraestructura del área de medicina nuclear para aumentar la capacidad de atención y reducir los tiempos de espera de los pacientes que requieren tratamiento con Yodo 131.
- Incorporar nuevas tecnologías y radiofármacos terapéuticos que permitan tratar un mayor número de patologías oncológicas, optimizando los resultados y la cobertura del servicio.
- Gestionar un acondicionamiento de infraestructura diseñado para un servicio de medicina nuclear de primer nivel.
- Establecer un plan estratégico para la adquisición e instalación de un ciclotrón.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Medicina nuclear El Salvador [Internet]. Medicinanuclearelsalvador.com. [citado el 18 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.medicinanuclearelsalvador.com/antecedentes-historicos/>.
2. Qué es la gammacámara. Diccionario médico. Clínica U. Navarra [Internet]. <https://www.cun.es>. [citado el 11 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/gammacamara>.
3. Medicina nuclear El Salvador [Internet]. Medicinanuclearelsalvador.com. [citado el 28 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.medicinanuclearelsalvador.com/que-es-y-como-funciona/>.
4. Biograph Horizon PET/CT scanner [Internet]. Siemens-healthineers.com. [citado el 18 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.siemens-healthineers.com/molecular-imaging/pet-ct/biograph-horizon>
5. ¿Qué es la PET-MRI, para qué se utiliza y cuáles son sus beneficios? [Internet]. Florence Healthcare International. 2025 [citado el 18 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://florencehealthcare.international/es/%C2%BFQu%C3%A9-es-la-resonancia-magn%C3%A9tica-por-PET-%C2%BFPara-qu%C3%A9-se-utiliza-y-cu%C3%A1les-son-sus-beneficios/>
6. Welcome to GE healthcare [Internet]. Gehealthcare.com. [citado el 18 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gehealthcare.com/en-sg/products/molecular-imaging/pet-radiopharmacy/minitrace-cyclotron>
7. Avances y futuro de la medicina nuclear [Internet]. GammaScan. msanchez@sockdata.com; 2024 [citado el 18 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gammascan.es/avances-y-futuro-de-la-medicina-nuclear/>

ANEXOS

- Instrumento de evaluación
- Cronograma

ANEXO 1

INSTRUMENTO DE EVALUACION



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES



TÍTULO: IMPACTO DE LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN LOS EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS Y TERAPEÚTICOS DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL ONCOLÓGICO DEL ISSS HASTA 2025.

Objetivo: Recopilar percepciones, experiencias y proyecciones de los profesionales sobre el impacto de la tecnología en su práctica diaria, la atención al paciente y el desarrollo del servicio de medicina nuclear hasta el 2025

1. Experiencia profesional

Antecedentes tecnológicos:

¿Cómo ha evolucionado la tecnología de los equipos en el servicio de medicina nuclear desde que usted comenzó a trabajar aquí?

Mencione un equipo en particular cuya actualización haya tenido un impacto significativo en su trabajo. ¿Cuáles fueron los desafíos y los beneficios de esa transición?

Formación y adaptación:

¿Qué tipo de formación ha recibido para adaptarse a los nuevos equipos y tecnologías?

¿Cómo describe el proceso de adaptación de su equipo de trabajo a las nuevas tecnologías implementadas?

2. Atención al paciente e impacto tecnológico

Mejora de diagnósticos:

¿Puede describir un caso en el que la tecnología avanzada de un equipo haya sido fundamental para un diagnóstico más preciso?

En su opinión, ¿cómo ha mejorado la calidad de las imágenes diagnósticas con la nueva tecnología? ¿Ha notado una diferencia en el tiempo de procesamiento?

Optimización de terapias:

¿De qué manera los avances tecnológicos en los equipos han influido en el desarrollo o la precisión de los procedimientos terapéuticos que realizan?

Describa cómo ha cambiado la dosimetría y el seguimiento de los tratamientos debido a la mejora de los equipos.

Impacto en el paciente:

¿Ha percibido cambios en la experiencia del paciente (comodidad, tiempo de exposición, etc.) debido a la modernización tecnológica?

¿Cómo cree que la tecnología ha influido en la seguridad del paciente y en la reducción de errores en los procedimientos?

3. Proyecciones a futuro

Desafíos actuales:

¿Cuáles considera que son los principales desafíos que enfrentan actualmente en el servicio debido a la constante evolución tecnológica? (Por ejemplo: mantenimiento, capacitación, integración, etc.).

¿Qué aspectos tecnológicos o de infraestructura necesitan mayor atención en el servicio de medicina nuclear del hospital?

Proyecciones futuras (post-2025):

Mirando al futuro, ¿qué avances tecnológicos específicos cree que tendrán el mayor impacto en la práctica de la medicina nuclear en los próximos años?

¿Qué cambios proyecta en los procedimientos diagnósticos y terapéuticos del servicio en el mediano y largo plazo?

**ANEXO 2
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Asignación de asesores de tesis																																				
Capítulo I																																				
Planteamiento del problema																																				
Situación problemática																																				
Enunciado del problema																																				
justificación																																				
Objetivos																																				
ASESORIA PARA REVISAR CAPITULO I																																				
Capítulo II																																				

