

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



**RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE
RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA DE LOS
ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERIODO DE MARZO A AGOSTO
2024.**

POR:

Flores Urbina, Cristina Aracely

Mejía Mejía, Karla Alejandra

Andrez Ortiz, José Ángel

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Licenciado en Radiología e Imágenes

DOCENTE ASESOR:

MsC. Juan Carlos Aguilar Ramírez

Ciudad universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa” El Salvador, octubre de 2024

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

MsC. Juan Rosa Quintanilla

Rector

Dra. Evelyn Beatriz Farfán

Vicerrector Académico

MsC. Roger Arias

Vicerrector administrativo

Lic. Pedro Rosalio Escobar Castaneda

Secretario General

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Dr. Saul Diaz Peña

Decano de la Facultad de Medicina

Lic. Franklin Méndez

Vicedecanato de la Facultad de Medicina

MsC. Roberto Hernández

Secretario

MsC. Mónica Raquel Ventura

Directora Escuela de Ciencias de la Salud

Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez

Directora carrera de Radiología e Imágenes

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por siempre estar a mi lado y darme la fortaleza e inteligencia para culminar esta carrera, por guiarme en los momentos de prueba y darme la confianza en Él para superar todos los obstáculos.

A mis padres por apoyarme en cada paso del camino, darme sus consejos que me han guiado en este proceso y en la vida, también por la oportunidad que me han dado de seguir mis sueños.

A mi familia por apoyarme en cada aspecto, motivarme a esforzarme para alcanzar mis metas con dedicación y por su ayuda en todo momento.

A los docentes y tutores de práctica que aportaron a mi formación para convertirme en una profesional integral al servicio de las personas en sus momentos más vulnerables.

Cristina Aracely Flores Urbina

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por haberme permitido culminar la carrera que yo me propuse, por brindarme sabiduría en cada momento que se me presentaron obstáculos así como también por darme la valentía necesaria para lograr el éxito profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional, por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y creer en mi, por su amor y sacrificio que eso me motivó a esforzarme y valorar cada logro.

A mis hermanos que me brindaron su apoyo infinito en todo momento a luchar por mi sueño universitario.

A mi abuelita, por su amor y comprensión, por sus consejos que me motivaron a no rendirme y luchar por mis sueños.

A mis compañeros de tesis, por la dedicación y esfuerzo para finalizar el trabajo de la mejor manera.

Finalmente agradezco a mi asesor de tesis MSC Juan Carlos Aguilar, por compartir sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación y a Licda. Doris Elizabeth Zaldaña, por enseñarnos el camino de la investigación.

Karla Alejandra Mejia Mejia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría e inteligencia para enfrentarme a cada reto que se me presentó a lo largo de la carrera, así como por darme las fuerzas necesarias para llegar hasta el final de esta meta tan importante en mi vida, logrando el éxito profesional que me propuse desde un inicio.

A mi Familia, por haberme apoyado durante a lo largo de la carrera, es gracias a ellos que aprendí a valorar cada logro obtenido no sólo a nivel universitario, sino también en el desarrollo de mi vida personal.

A mis maestros, por haberme enseñado lo importante que es ser un profesional con conocimientos integrales y valores éticos-morales para una mejor formación personal, académica y profesional.

A la Universidad de El Salvador, por haber sido mi casa de estudios durante los últimos 5 años y haberme dado la oportunidad de conocer y aprender dentro de sus instalaciones.

A mi docente asesor MSC Juan Carlos Aguilar Ramírez y compañeros de tesis, por la paciencia, colaboración, comprensión, por haber compartido sus conocimientos para la elaboración de la tesis en sus diferentes etapas.

Así mismo agradezco a las personas que confiaron en mí a lo largo de cada etapa de mi vida, a mis amistades incondicionales que fueron parte de cada obstáculo y cada éxito logrado como una unidad de confianza y perseverancia.

José Angel Andrez Ortiz

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar las competencias teóricas del área de radioterapia y su ejecución en la práctica clínica de los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador. La investigación fue ejecutada por el grupo investigador perteneciente a la carrera de Radiología e Imágenes, Escuela de Ciencias de la Salud, de la Facultad de Medicina. Este trabajo describe la historia de la radioterapia en un contexto global, así como sus inicios como técnica terapéutica en El Salvador y como un componente teórico en la carrera de Radiología e Imágenes de la Facultad de Medicina de esta Alma Mater. Además, se identificaron las variables relacionadas a las competencias teóricas del área de radioterapia y su ejecución en la práctica clínica. La investigación está estructurada por capítulos los cuales se describen a continuación: en el capítulo I se incluye la descripción del problema de investigación, se plantea también la justificación que describe que tan viable y factible es el estudio y se establecen además los objetivos de la investigación que guiarán todo el proceso investigativo. El capítulo II envuelve el marco histórico y el marco teórico que fundamentan la investigación. En el capítulo III se definen los supuestos de la investigación que orientarán la misma. También se expone en este capítulo la operacionalización de variables que enuncia los indicadores y valores que responden a los supuestos de la investigación y con los cuales se elaboran las preguntas de los instrumentos de recolección de datos. Es en el capítulo IV que se detalla el diseño metodológico que siguió esta investigación, se especifica el tipo de estudio y el enfoque de la investigación. Así mismo se precisa el área de estudio, universo y muestra. A continuación se definen los métodos y recursos que se manejaron en la investigación. Luego, se definen las técnicas e instrumentos a utilizar además de indicarse el procedimiento de la validación de cada instrumento y detallar los procesos de recolección de datos que se siguió. Consiguiente, se detallan el plan de tabulación de la información y el plan de análisis de los resultados obtenidos de la investigación. Por último se presentan los anexos del trabajo que incluyen el cronograma que describe las actividades a realizar en el proceso investigativo, un presupuesto estimado de los gastos y los instrumentos de recolección de datos los cuales son una guía de observación y una guía de encuesta.

RESUMEN

El presente trabajo está estructurado con apartados que se han desarrollado en base a una guía de puntos referentes que ayudaron a orientar a los investigadores para poder elaborarlo. Se ha enfocado en el área de radioterapia y la relación entre la teoría impartida a los estudiantes y la ejecución en la práctica clínica. Se utilizaron métodos que sustentan la investigación de forma veraz como lo es el método científico y estadístico. De igual modo se utilizaron técnicas de recolección de datos certeras como la encuesta y guía de observación, que permitió verificar la ejecución de los estudiantes en los protocolos de radioterapia en los lugares de práctica clínica. También se formularon supuestos de investigación que pudieran responder a la problemática planteada en esta investigación que posteriormente se analizaron y fueron comprobadas de forma cuantitativa por medio del estudio de media aritmética porcentual para determinar su aceptación o negación. Se realizaron tablas y gráficas que sustentan la información recolectada para hacer más comprensible los datos, por último, se muestra una serie de conclusiones de los resultados obtenidos y recomendaciones para las entidades encargadas en el área y para los estudiantes quienes están forjando su perfil académico y profesional.

Palabras clave:

Radioterapia.

Práctica clínica.

Estudiantes.

Radiología e Imágenes.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	vii
RESUMEN.....	viii
CAPITULO I	1
1.1. Planteamiento del problema:	2
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos	6
CAPITULO II	7
2.1. MARCO HISTÓRICO	8
2.2. MARCO TEÓRICO	15
CAPITULO III.....	74
3.1. Supuestos de la investigación	75
3.2. Operacionalización de variables	77
CAPITULO IV	83
4.1. Diseño Metodológico.....	84
4.1.1. Tipo de estudio.....	84
4.1.2. Área de estudio	84
4.1.3. Universo y muestra	84
4.1.4. Criterios de Inclusión y exclusión	85
4.1.5. Método y recursos.....	85
4.1.6. Técnicas, instrumentos.....	85
4.1.7. Validación de los instrumentos: Prueba piloto	86
4.1.8. Procedimiento recolección de datos	87
4.1.9. Recursos.....	88
4.1.10. Plan de tabulación de la información.....	88
4.1.11. Plan de análisis de los resultados	88
CAPITULO V	91
5.1. Presentación y análisis de resultados.	92
CAPITULO VI	137
6.1. Conclusiones y recomendaciones	138

Fuentes de Información	140
ANEXOS	142
Anexo 1: Cronograma	143
Anexo 2: Presupuesto.....	144
Anexo 3: Guía de encuesta.....	145
Anexo 4: Guía de observación	149
Anexo 5: Equipos de radioterapia utilizados en los centros de salud	151
Anexo 6: Cartas de solicitud de permiso enviadas a las jefaturas de los centros de salud donde se realizó la investigación.....	156
Anexo 7: Proyecto de intervención	158
Anexo 8: Ejecución del proyecto de intervención.	163

CAPITULO I

1.1. Planteamiento del problema:

1.1.1. Antecedentes

El descubrimiento de la radioactividad por Marie Curie dio un importante avance en la medicina, por la aplicación de métodos terapéuticos conocida anteriormente como curieterapia que en la actualidad se denomina braquiterapia, por lo que comenzó a estudiarse en hospitales de todo el mundo. Hay que mencionar que desde el descubrimiento de los rayos X de Roentgen y el de la radioactividad de Marie y Pierre Curie junto a Antonie Becquerel se desencadenó un interés en la utilización de las radiaciones ionizantes, tanto de origen nuclear como de origen extranuclear para su aplicación médica como técnica terapéutica en tratamientos de cáncer. Apenas un mes después del reporte de Roentgen, en Chicago, Emil Grubbe, trató a una paciente de un cáncer de mama. El físico francés, Víctor Despeignes, trató en 1896 a un paciente con tumor gástrico con rayos X y reportó una considerable disminución en su volumen. Todo esto dio paso a que, en 1899, el doctor Thor Stenbeck, en Suecia lograra la curación de una mujer con un cáncer de piel en la punta de la nariz convirtiéndose en el primer caso documentado de curación con radioterapia. Otros médicos de la época realizaron sus propias investigaciones llegando a sentar las bases de lo que hoy en día se conoce como la radioncología. Los avances tecnológicos progresaron junto con estos avances médicos y en 1930, Orlando Lawrence, físico norteamericano, inventa el primer ciclotrón, que fue determinante para la radioterapia moderna. En los años 50 se presentan los primeros equipos que contaban con fuente de Cobalto 60, simultáneamente se desarrollaron, la dosimetría y técnicas de tratamiento con la radiofísica para alcanzar el objetivo de destruir tejidos patológicos conservando los tejidos sanos. Más adelante, en 1953, en Gran Bretaña se desarrolla el primer acelerador lineal como prototipo experimental. En Norteamérica, en 1956 se pone en uso clínico el primer acelerador lineal diseñado para radioterapia. La Radioterapia moderna en El Salvador se empezó a desarrollar a inicios de los años sesenta gracias al donativo de una bomba de cobalto 60 al Hospital Rosales. En esa década la industria comenzó a comercializar los aceleradores lineales y a finales de 1962, es lanzada la teleterapia con todo su potencial que hoy en día es una herramienta muy importante e imprescindible en el tratamiento del cáncer.

1.1.2. Situación Problemática

Los primeros pasos de la radioterapia en Latinoamérica fueron consecuencia de médicos pioneros que se especializaron en Europa y Estados Unidos para estudiar este nuevo campo y se convirtieron en los precursores de la radioterapia en América Latina. Los primeros aportes de El Salvador en la lucha contra el cáncer fueron en 1926 cuando se fundó en el Hospital Nacional Rosales un servicio destinado a la aplicación de radioterapia ionizante, alcanzando en 1959 instalar el primer equipo de cobaltoterapia. Es hasta 1969 que el Instituto Salvadoreño del Seguro Social instala un equipo de cobalto Theratron. Desde los inicios de la carrera como tecnólogo en radio tecnología en 1973 se ha impartido la radioterapia, como materia de último año según el plan de estudios ese año, posteriormente 19 años después en 1992 se da una transformación dentro de la escuela de tecnología médica y se realiza el cambio de la carrera técnica a una licenciatura en radiología e imágenes, agregando además el conocimiento de tecnologías modernas como Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética, y Medicina Nuclear. La Universidad de El Salvador, dentro de la facultad de medicina, en la carrera de Licenciatura en Radiología e Imágenes cuenta actualmente con un programa modular que implementa el componente de radioterapia, el cuál es impartido a los estudiantes de quinto año que cursan su noveno módulo denominado “Administración Radiológica” en el cual se brinda orientación teórica con el objetivo de proporcionar los conocimientos teóricos requeridos a los futuros profesionales de manera que puedan ejercer de forma efectiva las actividades asignadas durante su práctica clínica. El desarrollo de competencias teóricas dentro de las carreras del área de salud es de suma importancia y delicadeza debido a que durante la práctica clínica el estudiante se relaciona con pacientes a los cuales se les puede generar daño alguno debido a desconocimiento en cuanto al desarrollo de protocolos o actividades específicas para la correcta aplicación de un tratamiento, o generar inseguridad al paciente al observar una impresión dudosa por parte del estudiante. Sumado a ello la universidad cuenta con convenios con el MINSAL y el ISSS para desarrollar prácticas clínicas, dentro de los cuales los centros de atención que cuentan con servicio de radioterapia son únicamente dos, el Hospital de Oncología del ISSS y el Centro Nacional de Radioterapia lo que hace muy difícil el que todos los estudiantes logren rotar en el área.

1.1.3. Enunciado del Problema

Por lo descrito anteriormente, el grupo investigador se formula la siguiente interrogante que sirvió de guía para el desarrollo de la investigación:

¿Cuál es la relación entre las competencias teóricas del área de radioterapia y su ejecución en la práctica clínica de los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes de la universidad de el salvador en el periodo de marzo a agosto 2024?

1.2. Justificación

La investigación tiene utilidad académica, ya que se busca determinar la influencia de los fundamentos teóricos que los docentes imparten en radioterapia para que los estudiantes establezcan un control técnico de la realidad y comprobar el conocimiento adquirido durante su formación profesional, para poder establecer la posibilidad de que la base teórica pueda quedar deficiente debido a diferentes motivos, por ejemplo la metodología empleada por los docentes, por la actualización en las clases o incluso por la muestra de poco interés de los estudiantes. La importancia de la investigación será para los estudiantes y docentes de la carrera de Radiología e Imágenes dado que ayudará a detectar la realidad a la que se enfrentan los estudiantes durante su práctica clínica, contribuyendo en la mejora o continuidad de los métodos utilizados en el desarrollo teórico, ya que tener buenas bases teóricas es necesario al momento de ejecutar esta técnica terapéutica debido a que por la naturaleza propia de esta especialidad, se debe tener extremo cuidado para no cometer errores que podrían causar más daño que beneficio al paciente, por lo que es indispensable que los estudiantes conozcan sobre los instrumentos de inmovilización, técnicas de tratamiento y de la dosimetría. Con esta investigación se pretende ayudar a resolver la necesidad que tienen los estudiantes respecto a la orientación teórica del área de radioterapia dado que en la mayoría de las ocasiones al momento de iniciar sus prácticas clínicas son asignados a realizar su rotación dentro del área de radioterapia sin antes haber recibido alguna instrucción teórica o recibirla de manera deficiente. Asimismo, esta investigación busca relacionar las variables del estudio para poder recomendar una adaptación de nuevas estrategias por parte de los docentes para contribuir a una mejoría en su enseñanza profesional. La ejecución del presente trabajo es viable debido a que se cuenta con la asesoría de un docente especializado quien guía el proceso de la investigación para alcanzar los objetivos y conseguir resultados fidedignos. Además, el grupo investigador tiene la disponibilidad de recursos y tiempo para el cumplimiento de las actividades que concierne al desarrollo del proceso investigativo. De esa forma se podrá obtener una utilidad metodológica ya que será ventajoso a futuros investigadores ayudándoles a partir de fundamentos teóricos dentro de la especialidad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las competencias teóricas del área de radioterapia y su ejecución en la práctica clínica de los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador en el periodo de marzo a agosto 2024.

1.3.2. Objetivos específicos:

1. Describir el contenido teórico implementado en la carrera de radiología e imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia.
2. Identificar el nivel de conocimientos de los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes acerca de las diferentes técnicas e instrumentos utilizados en radioterapia.
3. Analizar las diferencias encontradas entre la teoría impartida por la carrera de radiología e imágenes y la práctica clínica ejecutada por los estudiantes.

CAPITULO II

2.1. MARCO HISTÓRICO

Existen dos hitos fundamentales que marcaron el nacimiento de la radioterapia, los cuales fueron: el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Roentgen y el descubrimiento de la radiactividad por Antoine Henri Becquerel y los esposos Pierre y Marie Curie. Son estos tres investigadores junto a Röntgen quienes se convierten en los precursores de la radioterapia externa y de la braquiterapia tal y como las conocemos en la actualidad.

La Universidad de París, en conjunto con el Instituto Pasteur construyen, en 1909, el Instituto del Radio que contaba con dos laboratorios, uno dirigido por Marie Curie investigando la física y la química y el otro dirigido por Claudius Regaud con el objetivo de investigar los efectos biológicos y médicos de las radiaciones.

Coolidge, en 1922, construye el primer tubo catódico de 200 Kv que da paso a la radioterapia profunda y al ortovoltaje. Siguiendo el trabajo en el Instituto del Radio, Coutard, Regaud y Lacassagne presentan resultados de curaciones de cáncer de laringe, faringe y cuello uterino usando radioterapia en lugar de cirugía y enfatizaron la importancia del fraccionamiento de dosis. Es en 1937 que Van de Graff desarrolla la primera unidad de 1 MeV y se logra progresar del ortovoltaje al megavoltaje, esta unidad es el primer acelerador lineal de electrones y contaba con un tubo de rayos X de unos 9 metros de longitud que se utiliza en el Saint Bartholomew 's Hospital de Londres.

En los años cuarenta son investigadores de Europa, Inglaterra y EE. UU quienes introducen los ciclotrones y betatrones. Es en esa misma época que se logran aislar los primeros isótopos para uso clínico como lo son el Cobalto, el Cesium, y el Iridium. En los años posteriores, se desarrollan generadores de microondas como el magnetrón y amplificadores de potencia como el klistrón (klystron), siguen teniendo un papel clave en los aceleradores lineales modernos.

Más adelante, en los años 50 aparecen aceleradores lineales de electrones con energías de hasta 8 MV. De igual modo, surgen los primeros aceleradores de protones. En el mismo período de tiempo se configuran las que serían denominadas unidades de cobalto 60 que serían utilizadas para tratamientos de teleterapia. En los años consiguientes se logra

introducir los aceleradores lineales de electrones isocéntricos y multienergéticos. Es gracias a la introducción del ordenador en el control de los aceleradores que se aumenta la fiabilidad de las máquinas y se logra una seguridad en los tratamientos. Un accesorio que se consigue introducir es el colimador multilamina que permite el desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento.

Hasta en 1922 la Oncología se establece como disciplina médica y así la radioterapia como otras técnicas utilizadas para terapias contra el cáncer ha evolucionado. Como parte de los avances tecnológicos en radioterapia es la aparición del acelerador lineal en 1953 y el uso del cobalto. Hasta la década de 1980, la planificación de la radioterapia se realizaba con radiografías simples y verificaciones en dos dimensiones (Imágenes planares AP/PA y lateral) lo que daba como resultado que el radioterapeuta no tenía una idea exacta de la localización del tumor. Por lo que a partir de esta fecha se implementa la radioterapia conformada en tres dimensiones (RT 3DC).

La tomografía computarizada, los sistemas informáticos y la obtención de imágenes virtuales de los volúmenes a tratar, permite la obtención y una mejor distribución de la dosis. (1)

El desarrollo de la Radioterapia en Latinoamérica se debió al trabajo, impulso e influencia de médicos latinoamericanos, que en aquellos tiempos emprendieron estudios en Europa y Estados Unidos, lejos de sus países de origen, en una época incierta. Los primeros cuatro médicos que se iniciaron en el estudio y práctica de la Radioterapia desde los años cuarenta y cincuenta (1940-1950), fueron los doctores Juan del Regato de Cuba, Manuel García de México, Fernando Bloedorn de Brasil-Argentina y Víctor Marcial de Puerto Rico, fueron los precursores de la Radioterapia en América Latina.

Radioterapia en El Salvador

La Radioterapia moderna en El Salvador se empezó a gestar al inicio de los años sesenta, aun sin contar con ningún radioterapeuta en el país. Los radiólogos generales utilizaban, desde los años cuarenta y cincuenta, equipos de terapia superficial de 110 kV y de ortovoltaje de 200 a 250m kV para tratar tumores de todo tipo y algunas afecciones benignas. Estos radiólogos que, como en otros países, desde los años cincuenta venían ejerciendo la

radioterapia superficial y “profunda”, fueron entre otros los Dres. Raúl Argüello Manning, Rubén Dárdano, Víctor Esquivel, Dimas Funes Hartman.

En 1960 se recibió como donativo una “bomba” de cobalto Picker para el Hospital Rosales de San Salvador, que fue comisionada apropiadamente un tiempo después. No había nadie que tuviera conocimientos adecuados, ni clínicos, ni técnicos, ni dosimétricos, por lo que su utilización se retrasó varios años.

En 1969, El Dr. Narciso Díaz Basán, cirujano ginecólogo y mastólogo, fundó la Liga Contra el Cáncer y el llamado Instituto de Cáncer, con un solo servicio, el de Radioterapia, con un equipo de cobalto El Dorado de estativo fijo, a cargo del cirujano Dr. Víctor Guerra, con entrenamiento parcial en cobaltoterapia.

Ese mismo año, a finales de 1969, el Instituto Salvadoreño del Seguro Social, ISSS, instaló un equipo de cobalto Theratron 60 rotacional, que estuvo a cargo del Dr. Helmo Roger Toruño, con entrenamiento compartido y parcial, entre quimioterapia y radioterapia, en hospitales de México, con pasantías en Villejuif y Mánchester. Este servicio de cobalto estuvo en un sótano del Hospital General del ISSS, adscrito al Departamento de Radiología, cuyo jefe era el Dr. Carlos Mejía Peña.

En 1970, el Dr. Raúl Lara Menéndez obtuvo una beca del Gobierno de Francia y salió a estudiar y completar la especialidad de Radioterapia en el renombrado Instituto Gustave Roussy, de Villejuif, París, con los grandes maestros Maurice Tubiana, Jean Dutreix y Daniel Chassagne. Al terminar su último año en París, fue aceptado por el Dr. Gilbert Fletcher en el MD Anderson Hospital de Houston para un fellowship de un año en su departamento. Luego, en 1975, el Dr. Lara fue admitido en el Servicio de Radioterapia del ISSS, incorporando los conceptos modernos en su implementación y desarrollo.

El Dr. Lara fue el primer oncólogo y especialista en Radioterapia con estudios completos y entrenamiento formal en llegar al país, en diciembre de 1974. Comenzó a trabajar con muy pocos recursos, y conformó el primer Comité de Tumores y el abordaje multidisciplinario en el estudio y tratamiento del cáncer en el viejo Hospital General del Seguro Social. Estableció junto a los Dres. Lovo Castelar, Moisa y Astacio los primeros protocolos de manejo,

introduciendo los aspectos de educación, prevención, diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la enfermedad, y aplicando los conceptos modernos de la radioterapia de megavoltaje, su planificación y dosimetría. Se incluyeron los aspectos de cuidados paliativos y una mejor calidad de vida y rehabilitación, cuando era posible. Estos pasos y avances se fueron consolidando en la década de los ochenta, en medio de una guerra civil y de dificultades de todo género, pero fueron las bases para que el Dr. Lara fundara el primer Programa de Cáncer y la Unidad Oncológica del Instituto del Seguro Social en 1992 y luego el primer Hospital de Oncología en el país, con todos sus servicios y subprogramas.

En los primeros tiempos, durante los años setenta, no se disponía aún de técnicos entrenados, ni físicos ni dosimetristas, y se utilizaban métodos artesanales para inmovilizar pacientes, definir puertas de entrada de los haces de irradiación, verificarlas con radiografías simples, utilizando reparos externos con ayuda de la clínica y la semiología. Para llegar a un plan de tratamiento, a manera de simulación, se tomaban los contornos de las áreas corporales de interés, a través de “contorniómetros” o conformadores, que permitían transcribirlos a un papel milimetrado, sobreponiéndoles las curvas de isodosis preestablecidas que mejor correspondían y llegar así a un plan de tratamiento aceptable. Las dosis por administrar se calculaban a mano, con la ayuda de goniómetros y reglas de cálculo.

En 1976, el Dr. Lara introdujo el cesio-137 por primera vez en el país, sustituyendo al radio, la braquiterapia con carga diferida manual, lo que marcó un hito, un antes y un después. Hasta ese momento, los ginecólogos tenían el monopolio del radio y lo utilizaban como buena o malamente entendían, casi siempre sin reglas de protección y sin protocolos aprobados. Hasta inicios de los años setenta, la Oncología como tal no estaba considerada como especialidad dentro de la Medicina salvadoreña y la Radioterapia se tenía en todo caso como parte de la Radiología General.

En 1978-1979, salen a estudios formales de especialización en Radioterapia dos médicos internistas jóvenes los Dres. Santiago Orellana y Ovidio Peña, que regresan al país en 1982, después de haberse formado en el Hospital Oncológico del Instituto Mexicano del Seguro Social y se incorporan al Servicio de Cobalto del ISSS. Con la incorporación de los doctores se consolida el Servicio de Radioterapia y se adopta un Reglamento de Normas y

procedimientos. Se institucionaliza la Clínica de Tumores interdisciplinaria con la presencia de especialistas y residentes un día fijo a la semana, con el apoyo de Radiología Diagnóstica y Anatomía Patológica.

La cobaltoterapia, a pesar de las limitaciones, se aplicaba de una manera correcta y responsable, con buenos resultados y baja morbilidad.

Entre tanto, toda la patología tumoral, en el Sistema Público de Salud era canalizada al Hospital Rosales para Cirugía y Quimioterapia. La braquiterapia en este hospital se hacía con radio, en condiciones precarias. Todos los pacientes de radioterapia externa eran enviados a la Liga Contra el Cáncer para ser tratados con cobalto, también en condiciones por debajo de lo estándar.

En 1993, el Servicio de Radioterapia empezó a funcionar en sus nuevas instalaciones del Hospital Oncológico del ISSS, con un nuevo equipo de cobalto theratron 780-C y un moderno equipo de RT superficial Therapax de 110 kV.

En diciembre de 1994, se celebraron en San Salvador los Congresos Internacionales Integrados de Cáncer.

Este ha sido considerado uno de los mejores congresos internacionales de Oncología y Radioterapia en Latinoamérica.

Durante este Congreso se armaron varios acuerdos y convenios que pusieron a la Radioterapia salvadoreña en la vía de la modernización y la capacitación de los recursos humanos.

En los meses siguientes se obtuvo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), vía donativo, el equipamiento completo del cuarto de moldes. Dos años más tarde, se adquirió, con fondos propios y con la ayuda de la industria francesa (CGR) y nuevamente del OIEA, un simulador Siemens (Simview 3000) y un Sistema ROCS de planificación por computadora. para uso exclusivo en radioterapia.

En los años 2000-2005, se instituyó un Programa de Garantía de Calidad, trabajando bajo condiciones de protección y seguridad radiológicas en todos los aspectos. La simulación y la

planificación de todos los casos sin excepción se hacía por computadora, utilizando un simulador Simview 3000 con dedicación exclusiva a radioterapia.

Se agregó un nuevo cobalto Equinox 100, se aumentó el número de técnicos radioterápicos y se incorporó un nuevo físico-dosimetrista, el licenciado William Reyes, entrenado en el Hospital MD Anderson de Houston. Se dispone de personal capacitado en todas las áreas y dependencias de la Radioterapia.

En el año 2005, se instala el primer acelerador lineal en el Hospital Oncológico del ISSS, un Primus de Siemens de dos energías de fotones y cinco de electrones, colimador de 120 hojas. Se capacita personal en España y Brasil. Se utiliza una TC simulador compartido para simulación virtual y RT 3D conformacional. Tras dos años, se pasaría a Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT).

Entre los años 2006 y 2010 se completan manuales de normas y procedimientos y se establecen protocolos detallados de simulación virtual para todas las localizaciones, como corresponde a un moderno centro de radioterapia. En el año 2007 se incorpora un nuevo especialista, el Dr. Víctor Caceros Figueroa, después de completar su formación en el Hospital de Oncología del Instituto Mexicano del Seguro Social.

En 2015, por encargo del Gobierno Central y con los auspicios del Banco Mundial, el Dr. Raúl Lara proyecta y crea el primer Programa Nacional de Control de Cáncer para el Ministerio de Salud, que es entregado a las autoridades del MINSAL en mayo de 2016. Ya se está trabajando en la educación y prevención del cáncer, planificando campañas de tamizaje y vacunación para la población en riesgo. Se ha diseñado un Registro de Tumores de base poblacional. Con el nuevo programa ya se ha construido y equipado una Unidad Nacional de Radioterapia, dotada de dos aceleradores lineales monoenergéticos Elekta, que trabajaron inicialmente bajo la dirección del Dr. Yomar Vallejo, y luego de uno de los cuatro jóvenes radio oncólogos con estudios en Taiwán. Así se ha venido completando y extendiendo la cobertura en el área de la Radioterapia en El Salvador, la modernización del servicio de Radioterapia en equipamiento y recursos humanos, dotándolo desde un simulador

específico para RT, dosimetría computarizada, moderno cuarto de moldes etc., hasta llegar a una TC-simulador, acelerador lineal dual de fotones y electrones, técnicas 3D, IMRT, un área de Física completa, para dosimetría y planificación, Control de Calidad y Seguridad Radiológica.

Radioterapia en la Universidad de El Salvador

La Facultad Medicina fue fundada el 15 de noviembre 1947 y dentro del marco de desarrollo del país, del proceso histórico de la práctica médica y de las transformaciones que ocurrieron en se momento se hizo necesaria la profesionalización de diferentes categorías de los recursos humanos que registran la especialización en los avances tecnológicos.

La Universidad de El Salvador en esos años fomenta el desarrollo científico y docente para orientar los servicios a las grandes mayorías del pueblo salvadoreño.

Es así como en el año de 1973 se incorpora la Escuela de Tecnología Médica con 9 carreras entre ellas la de Tecnólogo en Radiotecnología.

Antes de creación de la carrera en la década de los años 50 fueron los primeros los radiólogos los que enseñaban al personal que los auxiliaba, posteriormente el conocimiento práctico se fue transmitiendo de trabajador a trabajador, lo que en esa época brindó resultados adecuados por la escasez de equipos de rayos X y de médicos radiólogos; de esos años se conoce que únicamente existía un médico radiólogo especializado en el extranjero y fue él quien introdujo el avance científico del diagnóstico radiológico como especialidad médica y junto a un grupo de tecnólogas graduadas en Estados Unidos y Alemania, trabajaron en el año de 1973 para que se fundara la carrera de TECNÓLOGO EN RADIOTECNOLOGÍA en la Universidad del Salvador; la cual desde esa fecha trabajó con el propósito de formar profesionales que respondieran a las necesidades de la población salvadoreña.

En el 1992 ocurre la transformación curricular en la escuela de tecnología médica y se realiza el cambio de una carrera técnica a LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES, otorgando el título de Licenciado (a) en Radiología e Imágenes, la cual es legalizada bajo el acuerdo N° 112-95-99 del Consejo Superior Universitario, en la extraordinaria celebrada el día 2 de junio del año 1998.

El grado académico incorpora el conocimiento sistemático de tecnologías modernas, (TAC, RESONANCIA y MEDICINA NUCLEAR) desarrollando habilidades para aplicar los distintos métodos y técnicas que permitan efectuar procedimientos en pro de establecer diagnósticos oportunos y ejecutar procedimientos terapéuticos como radioterapia y litotricia entre otras.

Además de dar los conocimientos teóricos necesarios para desempeñarse como administrador de un Departamento de Radiología. (2)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 RADIOTERAPIA

Es un tratamiento del cáncer que usa altas dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores. A veces, los médicos recomiendan la radioterapia como tratamiento principal contra el cáncer. Otras veces, los pacientes reciben radioterapia después de una cirugía o de un tratamiento con quimioterapia. Denominamos a esto terapia adyuvante. Su objetivo es atacar las células cancerosas que hayan permanecido después del tratamiento principal. Cuando no es posible destruir el cáncer por completo, los médicos pueden utilizar radioterapia paliativa para reducir el tamaño de los tumores y aliviar los síntomas. Esto puede reducir la presión, el dolor y otros síntomas. El objetivo de esta terapia es mejorar la calidad de vida de una persona. (3)

La radioterapia se divide en la radioterapia externa (teleterapia) y la braquiterapia; en la radioterapia externa, la radiación se administra desde equipos alejados del organismo mediante haces dirigidos a volúmenes definidos en el paciente, en contraste, la braquiterapia es una variante en la que las fuentes de radiación están en contacto con el tejido a irradiar o dentro de una cavidad o lumen de un órgano del cuerpo. (4)

Sistemas de limitación de dosis

El principio de limitación de dosis significa que nadie debe estar expuesto a un grado inaceptable de riesgo por actividades que impliquen exposición a la radiación. Estos límites de dosis son recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP),

claro a nivel internacional, pero a nivel nacional es la Dirección de Protección Radiológica (DPR) estas entidades establecen normas para garantizar que las personas no estén expuestas a una cantidad innecesariamente alta de radiación ionizante. En general, estos límites se establecen para limitar los efectos estocásticos a un nivel aceptable y para prevenir los efectos determinísticos completamente.

El ser humano, además de estar expuesto a la radiación ionizante del fondo natural, también está expuesto a fuentes de radiación ionizante de origen artificial. Aunque inicialmente la utilización de fuentes de radiaciones ionizantes artificiales supuso un gran avance en el desarrollo científico de la sociedad, muy pronto se pusieron de manifiesto los daños que su mal uso podía producir en la salud. Se hizo evidente la necesidad de establecer unas medidas de protección, lo que ha dado origen a la disciplina denominada protección radiológica.

La protección radiológica es una actividad multidisciplinar, de carácter científico y técnico, que tiene como finalidad la protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos nocivos que pueden resultar de la exposición a radiaciones ionizantes.

Las dosis de radiación recibidas por las personas no deben superar los límites establecidos en la legislación vigente.

Optimización o “principio ALARA”

El término ALARA corresponde a las siglas inglesas de la expresión "tan bajo como sea razonablemente posible" (As Low As Reasonably Achievable).

Todas las exposiciones a la radiación deben ser mantenidas a niveles tan bajos como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores sociales y económicos. (5)

2.2.4 EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Los efectos de la radioterapia se observan tanto en el tumor como en los tejidos sanos dentro o cerca del volumen de tratamiento. La radiación causa dos tipos de daño celular, directo o indirecto, el primero se caracteriza por varios tipos de lesiones al ADN. El daño ocurre al producir ionización y excitación de átomos y moléculas que se pueden convertir en radicales libres que reaccionan con moléculas vecinas y producen daño secundario al ADN. (4)

La acción biológica de la radiación se estructura en tres etapas que transcurren secuencialmente tras la interacción de la radiación con la materia, pero cuya duración tiene distinta escala temporal: etapas física, química y biológica. (6)

- **Fase física.** Es secundaria a las interacciones entre las partículas cargadas y los electrones orbitales de los átomos de los tejidos, durante esta fase el electrón desencadena ionización y excitación; si cuenta con suficiente energía se produce una cascada de ionizaciones.
- **Fase química.** Durante esta fase tienen lugar reacciones de inactivación de los radicales libres y de fijación para estabilizar la molécula.
- **Fase biológica.** Después de la fase química las reacciones enzimáticas intentan reparar el daño al DNA, cuando esto no ocurre se produce la muerte celular, pero antes pueden ocurrir algunas mitosis (división).

El tipo de respuesta al daño del DNA influye en las consecuencias biológicas, que además de determinar la sensibilidad de las células que mueren, también con el tipo de muerte, que difiere entre células normales y tumorales, y también entre las poblaciones tumorales.

Por lo que la manifestación de la muerte celular varía de forma amplia entre los distintos tipos celulares. Por lo general son llamados radiorresistentes o radiosensibles aquellos tumores que responden lento o rápido a la radioterapia, pero no de forma necesaria esto se relacionan con la probabilidad de cura. (4)

2.2.5 LAS 5 R DE RADIOTERAPIA

Los más importantes efectos biológicos que influyen en la respuesta del tumor o de los tejidos sanos a la radiación, son llamadas las 4R de la radiobiología: reparación, repoblación, redistribución y reoxigenación; recién se ha agregado radiosensibilidad. (4)

Reparación:

La célula posee mecanismos de reparación del ADN, tanto de una hebra como de ambas hebras, evidenciable por el recupero celular durante unas pocas horas después de la exposición.

Redistribución: efectos de la progresión del ciclo celular. Las células que sobreviven en la primera dosis de radiación tenderán a estar en una fase resistente, y dentro de unas pocas horas, progresarán más o menos sincrónicamente en una fase más radiosensible.

Repoblación: durante 4 a 6 semanas del curso de la radioterapia, las células tumorales que sobreviven a la radiación pueden proliferar y así incrementar el número de células que deben eliminarse.

Re-oxigenación: Luego de una fracción las células tumorales hipóxicas tenderán a sobrevivir por el carácter radioprotector de la escasez de oxígeno.

Pero gracias a las células que fueron eliminadas, las células sobrevivientes se encontraran mejor oxigenadas, por lo que la radiosensibilidad de estas aumentara.

Radiosensibilidad: la respuesta a la radiación de los distintos tejidos depende de su radiosensibilidad.

Similarmente, diferentes tumores responden distinto a un esquema de fraccionamiento en particular, debido a las diferencias de radiosensibilidad.

La reparación y la repoblación tienden a hacer el tejido más resistente a una segunda dosis de radiación.

Mientras que la redistribución y reoxigenación tienden a hacer los tejidos más sensibles.

2.2.6 EFECTOS TISULARES LUEGO DE LA IRRADIACIÓN

La muerte o la modificación de un conjunto de células tendrá, sin dudas, repercusión en el funcionamiento fisiológico de un tejido o un órgano. Pero la dificultad de los estudios reside principalmente en el hecho de que, además de los parámetros ligados a la erradicación, es necesario integrar la noción de radiosensibilidad tisular. En efecto, cada tejido, cada estructura anatómica posee una organización compleja que representa otros tantos factores que determinan la gravedad de la lesión posterior a la irradiación.

Síndrome de irradiación En función del órgano que contribuye mayoritariamente a la muerte del individuo, se diferencian tres síndromes post-irradiación:

- **Hematopoyético**

La hematopoyesis es el conjunto de fenómenos que están involucrados en la fabricación y reemplazo continuo y regular de células sanguíneas. Estas están agrupadas en 3 grandes líneas: eritrocitos, trombocitos y leucocitos. Al ser la médula ósea el lugar donde se produce la hematopoyesis y que numerosas observaciones han demostrado su gran sensibilidad es necesario considerarla, siendo además que su destrucción lleva a la muerte cierta en ausencia de trasplante.

El síndrome hematopoyético o hematológico o de la médula ósea ocurre cuando una persona se expone a una dosis de 1 Gy a 10 Gy. Los síntomas durante la etapa prodrómica son anorexia (un trastorno de la alimentación), náuseas, diarrea y vómitos que comienzan a ocurrir 1 hora a 2 días después de la irradiación (tiempo de inicio) y duran de unos minutos a días dependiendo de la cantidad de dosis.

Durante la etapa latente, las células madre en la médula ósea comienzan a morir, ya que son las células más sensibles según la ley de Bergonie y Tribondeau. Sin embargo, la persona expuesta sería normal durante 1 a 6 semanas. Luego, la anorexia severa, la fiebre y el malestar (sensación de malestar) regresan y el recuento de células sanguíneas se reduce durante la etapa de enfermedad manifiesta. La tasa de reducción de las células sanguíneas y su recuperación depende de la dosis recibida. Si una persona ha recibido una dosis más baja, las células de la médula ósea comienzan a repoblar la médula, lo que conduce a la recuperación de la mayoría de las personas en unas pocas semanas a 2 años después de la irradiación. Si la dosis recibida es de 1,2 Gy, algunas personas pueden morir en unos pocos meses; sin embargo, el valor de LD50 / 30 es de 3,5 a 4,0 Gy. La causa de muerte en el síndrome hematopoyético es la infección y la hemorragia (secreción de sangre).

- **síndrome gastrointestinal**

El GI se produce debido al daño a diferentes capas de células en el intestino cuando una persona se expone a una dosis alta, aguda y para todo el cuerpo de más de 5 a 6 Gy. Durante la etapa latente, las células madre de la médula ósea y las células que recubren el tracto gastrointestinal comienzan a morir y se manifiestan en anorexia, diarrea intensa, fiebre,

deshidratación y desequilibrio electrolítico. Finalmente, termina con la muerte dentro de las 2 semanas posteriores a la irradiación, ya que un ser humano puede sobrevivir solo de 7 a 10 días sin comida y solo de 4 a 7 días sin agua. La muerte por síndrome gastrointestinal se debe a infección, deshidratación y desequilibrio electrolítico en asociación con el síndrome de la médula ósea.

- **Síndrome del sistema nervioso central**

En realidad, el sistema nervioso central posee su propia sensibilidad ligada a la neuroglia, tejido protector y de sostén, cuyas células tienen la capacidad de dividirse. En lo que respecta al cerebro, es muy evidente que la tolerancia está directamente ligada al volumen irradiado. De este modo, si la irradiación del encéfalo es total, muy rápidamente aparecerán signos de edema cerebral, por el contrario, en el caso de una irradiación muy localizada se puede llegar hasta los 70 Gy. Otros signos pueden ser característicos de una irradiación total, como, por ejemplo, alteraciones motoras, de la vista, de la palabra, etc. En cuanto a la médula espinal, las mielopatías reversibles pueden aparecer con dosis inferiores a 45 Gy. Se manifiestan esencialmente por signos de parestesia algunas semanas luego de una irradiación y se debería a una desmielinización. En los dos casos, carácter gravísimo de las lesiones reside en el hecho de que conducen a complicaciones irreversibles. Son particularmente temidas en radioterapia, ya que puede ser posible una sobredosis en el caso de superposiciones de campos mal controlados.

2.2.7 SIMULACIÓN CONVENCIONAL Y SIMULACIÓN VIRTUAL

La simulación en radioterapia puede entenderse como el establecimiento o la preparación de las condiciones en que debe realizarse el tratamiento. La simulación convencional, que se basa en un examen clínico simple a partir de la adquisición de imágenes planas de rayos X, y la simulación TC, que implica el uso de un equipamiento más complejo y se basa en imágenes tridimensionales generadas por un equipo de tomografía computarizada (TC). Ambos tipos de simulación determinan diferentes esquemas de trabajo del proceso radioterápico.

Previo al inicio de la simulación se debe seleccionar cuál va a ser la posición del paciente durante el tratamiento (decúbito prono vs supino), teniendo en cuenta la situación anatómica del volumen a tratar, el bienestar del paciente y la futura incidencia de los haces de radiación. En este momento también es preciso seleccionar el sistema de inmovilización más adecuado para el tipo de tratamiento y el paciente concreto. La alineación del paciente consiste en marcar un punto de referencia a partir del cual se determinará en el momento del tratamiento la posición del isocentro o isocentros de los haces a emplear. Para alinear al paciente disponemos de varios sistemas, aunque los más utilizados en radioterapia 3D conformada son: láseres y tatuajes.

Generalmente se dispone de al menos tres láseres (dos laterales y uno en el techo) que proyectan cruces en el isocentro de la unidad. Una vez alineado al paciente, y elegido el origen del sistema de coordenadas, se puede disponer a realizar unos tatuajes que permitan localizar el isocentro a lo largo de todo el tratamiento.

En la unidad de tratamiento los láseres deben coincidir con los tatuajes. (7)

El proceso de simulación es dependiente, entre otros, de los recursos disponibles de cada centro. Así, el flujo de trabajo de un centro que disponga de simulador convencional será diferente del que disponga de simulador TC. Hoy por hoy, las mayores capacidades que presenta la simulación TC hacen que el simulador convencional esté pasando a un segundo plano. Así, el simulador convencional se emplea en centros que no disponen de acceso a un TC o bien para el diseño de tratamientos sencillos 2D que no requieren un cálculo de dosis preciso. También existen centros donde el simulador convencional se emplea con el objetivo original de verificar el tratamiento, aunque es cada vez menos frecuente, ya que la mayoría de las máquinas de tratamiento actuales incluyen dispositivos integrados de verificación de la posición del paciente que permiten comprobar la geometría de irradiación de manera rápida y sencilla.

Simulación convencional

Consiste en la delimitación de los campos de tratamiento con un equipo específico de rayos X (Simulador), que reproduce con exactitud la geometría y los movimientos de los equipos

de tratamiento. La información es obtenida a través de imágenes fluoroscópicas, así se obtiene información en 2D.

Se planea con imágenes 2D (placas radiográficas) donde el médico radioncólogo elige el campo a irradiar y los órganos a proteger. La simulación, cuando se efectuaba, consistía en dibujar los campos de tratamiento en una radiografía convencional o en un simulador, utilizando referencias óseas. La dosimetría se hacía en forma manual dibujando las curvas de isodosis del equipo sobre el contorno del paciente en un solo plano central bidimensional (2D), con poca consideración de la inhomogeneidad que se podía producir en el resto del volumen.

Simulación virtual

Consiste en realizar una tomografía axial computada (TAC) para definir los volúmenes de tratamiento y de tejidos sanos u órganos a riesgo en tres dimensiones (3D).

Utilizando imágenes de tomografía de diferentes espesores de corte, con el objetivo de entregar en forma homogénea la dosis prescrita en el volumen tumoral mejorando la tasa de control local, protegiendo los tejidos sanos circundantes, de este modo, nos permite disminuir toxicidad y mejorar calidad de vida.

Para cumplir con los objetivos de la simulación virtual es necesario:

- a) **Posicionamiento e inmovilización del paciente:** se elige de acuerdo con los volúmenes a irradiar y a proteger, por lo que debe ser reproducible y comfortable. Se utilizan máscaras, bolsas de vacío y planos de posicionamiento.
- b) En el Tomógrafo: **Alineación del paciente, marcación de isocentros y/o límites de campo:** mediante láseres internos y externos ubicados en el tomógrafo iguales a los ubicados en el equipo de tratamiento que permiten la correcta alineación del paciente, delimitando las marcas de isocentros para el tratamiento.

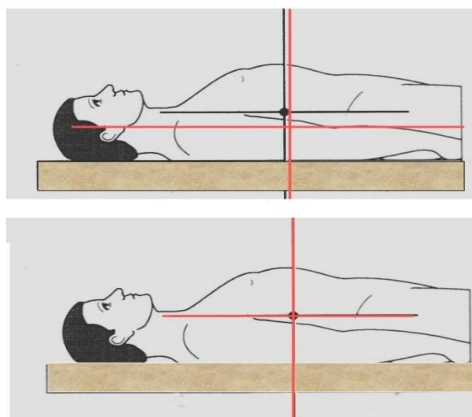
POSICION

1. Colocar al paciente en espuma de poliuretano, bolsa al vacío, sobre la mesa o cualquier material que se tenga para su inmovilización.

2. Trazar o marcar líneas sobre la piel o el dispositivo de inmovilización y realizar tatuaje anterior correspondiente.
3. Alinear al paciente.
4. Validar la posición cero de la mesa.
5. Abrir el rango de exploración a lo largo y ancho.
6. Definir de manera precisa la línea media.

NOTA: La posición en la que se coloque al paciente en esa misma posición será colocada para su tratamiento en radioterapia.

Alineación del Paciente Utilizando Láseres y Tatuajes Laterales



Diferencias entre simulación convencional y virtual.

Simulación convencional

- Es en 2D
- Se realiza con un equipo de Rayos X
- Es necesaria la presencia del paciente para poder realizarla
- Posibilidad de visualizar los campos sobre la piel del paciente.

Simulación virtual

- El contraste presente en las imágenes facilita una localización del tumor y de los órganos involucrados mucho más precisa.

- La información 3D proporcionada permite diseños de tratamientos más complejos.
- El tiempo que ha de permanecer el paciente en la misma posición durante la simulación se limita a la fabricación de los dispositivos de inmovilización y adquisición de los datos TC.
- Pueden simularse campos en los que se requiera un giro de la mesa.

2.2.8 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN SIMULACION CONVENCIONAL Y VIRTUAL

Simulador 2d convencional

Es un equipo de rayos x con fluoroscopia que ayudan a determinar los tamaños de campo de tratamiento, así como los ángulos de las partes giratorias del equipo.

- Gantry o bastidor
- Porta chasis
- Colimador giratorio
- Mesa plana

Todas sus partes giran alrededor del isocentro.

Simulador virtual.

Características:

- Es un Tomógrafo con mesa plana y de fibra de carbono.
- La apertura del Gantry es de 80 cm y puede ir hasta 100 cm.
- Tiene tres láseres externos que sirven para el posicionamiento del paciente.
- Las imágenes son enviadas hacia un planificador.

2.2.9 ACCESORIOS DE INMOVILIZACIÓN

Los dispositivos de inmovilización, también llamados inmovilizadores.

Tienen dos funciones básicas:

- Conseguir que el movimiento del paciente sea mínimo durante el tratamiento.
- Proporcionar una manera sencilla de reproducir la posición del paciente desde la simulación al tratamiento y de una sesión de tratamiento a otra.

Los inmovilizadores están hechos de materiales no metálicos, para no provocar artefactos en las imágenes, y radiotransparentes, esto es, que no absorben la radiación incidente (o lo hacen en grado mínimo) y, por tanto, no modifican el tratamiento. El material más comúnmente empleado es la fibra de carbono o materiales plásticos. La mayoría de los dispositivos de inmovilización presentan unas fijaciones especiales que permiten anclar el dispositivo a la mesa, que a su vez posee unas muescas dispuestas a tal fin. Se puede establecer así una posición fija del inmovilizador en la mesa a lo largo del tratamiento, mejorando de manera notable la reproducibilidad del posicionamiento del paciente. El tipo de inmovilización depende fundamentalmente de la región anatómica que se quiere simular, aunque siempre estará supeditado al estado de salud del paciente y a si este presenta algún tipo de anomalía anatómica, por ejemplo, una limitación en la flexibilidad de los miembros.

Sistema de máscara termoplástica

Existen fundamentalmente dos modelos: uno que se adapta a la cabeza, denominado máscara de cabeza, y otro que incluye la cabeza, el cuello y los hombros, denominado máscara de cabeza, cuello y hombros.

Localización: cabeza o cabeza y cuello.

Descripción: el sistema está formado por un soporte para la cabeza o reposacabezas, un marco de fijación y el propio material termoplástico.

Reposacabezas: sirve de apoyo para la parte posterior de la cabeza y puede tener diferentes curvaturas en función del grado de flexión de la cabeza que se pretenda.

Marcos de fijación: su objetivo es fijar la posición del conjunto en la mesa, evitando el movimiento y facilitando así la reproducibilidad de la posición durante el tratamiento.



Material termoplástico: se presenta en forma de malla con múltiples agujeros, para no producir claustrofobia a los pacientes. Suele estar hecho de resina polimerizada que tiene la propiedad de que al calentarse se vuelve maleable. Habitualmente viene fijado a un marco de plástico que se ancla al marco de fijación.

Modo de empleo: se sumerge el material termoplástico en un baño de agua caliente cuya temperatura requerida depende del fabricante y varía generalmente entre 60°C y 80°C. En el momento en que el material termoplástico alcanza la temperatura del baño, se saca la malla y se quita el exceso de agua. Una vez seca, y después de asegurarse de que no existe riesgo de quemadura, se coloca sobre el paciente. El operador irá adaptando la malla al contorno e irregularidades de la superficie corporal. Al enfriarse, la malla se vuelve rígida manteniendo la forma de la superficie del paciente de manera permanente.



Otros: en algunas ocasiones, en combinación con las máscaras pueden emplearse inmovilizadores linguales que se introducen en la boca con el fin de mantener la lengua en una determinada posición.

Plano inclinado

Localización: tórax. Se utiliza fundamentalmente para el tratamiento de la mama, aunque también es útil para lesiones pulmonares. La finalidad de este inmovilizador es situar la superficie anterior del tórax lo más paralela posible a la mesa de tratamiento. Sin embargo, debido a que el tórax queda muy elevado, debe procurarse que la inclinación del plano sea la mínima posible para minimizar el riesgo de colisiones, ya sea en el propio simulador o posteriormente en la unidad de tratamiento.



Descripción: consta de una superficie plana y rígida, con anclajes para fijar en la mesa y que en uno de sus extremos presenta una articulación o bisagra. Mediante su articulación es posible inclinar en mayor o menor medida la superficie. El ángulo de inclinación es regulable, con posiciones fijas que en general varían cada 5°. La cabeza queda colocada en un apoyo o reposacabezas cuya posición viene identificada con letras o números para luego reproducirla durante el tratamiento. Los brazos suelen colocarse por encima de la cabeza. La posición exacta queda fijada por el sistema de inmovilización mediante pivotes de agarre para las manos o soportes de brazos y muñecas. Estos componentes suelen ser móviles y sus posiciones se identifican mediante algún tipo de indexación o numeración.

Inmovilizador de tórax

Localización: en el tórax. Descripción: está formado por una superficie plana de metacrilato o fibra de carbono que suele llevar anclajes para fijar en la mesa y sobre la cual hay fijados un reposacabezas y soportes de brazos y muñecas.

Inmovilizadores de pelvis, rodillas y pies

Localización: en la pelvis y el abdomen.

Descripción: Se componen de reposadores para rodillas y pies con posiciones variables e indexadas.

Otros: pueden utilizarse juntamente con colchones de vacío.



Colchón de vacío

Localización: este tipo de inmovilizador, dada su facilidad de adaptación a la superficie del cuerpo y su disponibilidad en diferentes tamaños, se puede emplear en múltiples localizaciones.

Descripción: son almohadas plastificadas en cuyo interior hay pequeñas esferas de poliuretano. Son herméticas y están provistas de una válvula antirretorno a través de la cual se hace el vacío en su interior.

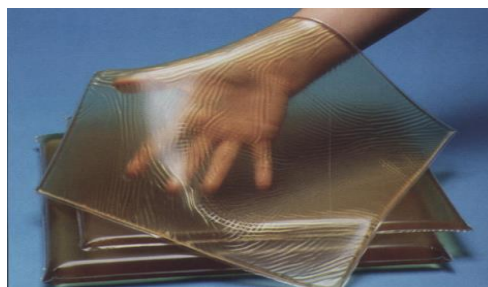
Modo de empleo: se coloca al paciente sobre el colchón de vacío y se va extrayendo el aire de su interior, de manera que las esferas, al no haber aire, se ponen en contacto extremo entre sí adaptándose a la forma del cuerpo. Una vez se termina de dar forma al colchón, se cierra la válvula. El resultado es un molde de la superficie del paciente.

Otros: presenta la ventaja de ser reutilizable. (6)



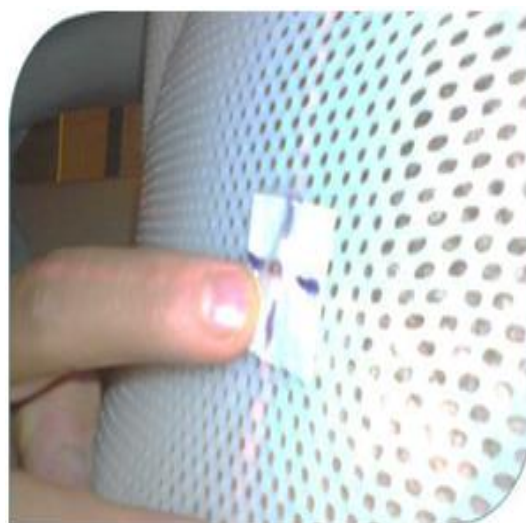
Bolus

Aditamento de un material de composición orgánica equivalente a la densidad del agua, (cera, agua o siliconas), que, apoyados en la zona a tratar del paciente, homogenizan la dosis en piel, reduciéndola en profundidad. (8)

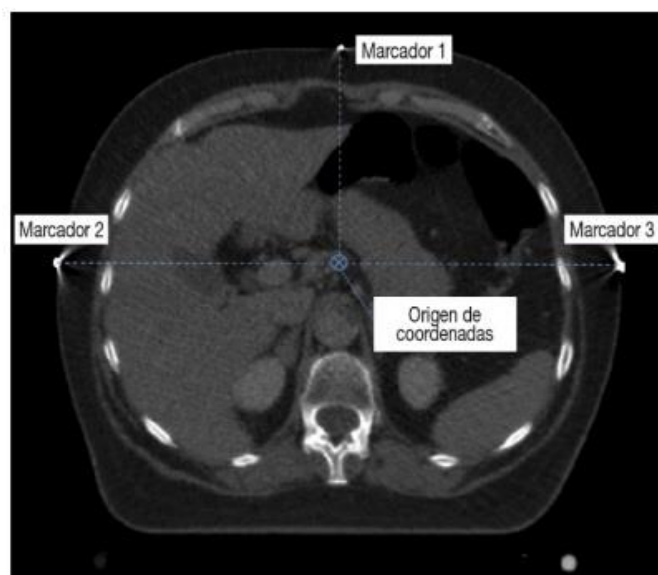


2.2.10 ETAPAS BÁSICAS DE LA SIMULACIÓN 3D

1. Determinación de la posición de tratamiento. Se buscan la comodidad, la estabilidad y la reproducibilidad en la posición. Se utiliza: Inmovilizadores.
2. Definición del sistema de coordenadas del paciente. Seleccionar una referencia anatómica como origen del sistema de coordenadas. Se utiliza: Marcadores radiopacos / tatuajes.



3. Adquisición de datos del paciente. Obtener datos anatómicos. Se utiliza: Adquisición TC.
4. Transferencia de datos al sistema de planificación.



Corte transversal de tomografía computarizada en el que se observan los tres marcadores radioopacos que definen el origen del sistema de coordenadas de referencia.

5. Localización del volumen de tratamiento y órganos de riesgo. Identificar y delimitar la lesión y los órganos sanos próximos. Se utiliza: Imagen TC.
6. Diseño del tratamiento y cálculo de dosis. Determinar la geometría óptima de los haces: isocentro, número, tamaño, etc. Calcular la distribución de dosis. Se utiliza: Imagen TC.
7. Formación de imágenes para la verificación del tratamiento. Tener una imagen de referencia para el tratamiento. Se utiliza: Radiografía reconstruida digitalmente/otros.

2.2.11 MODALIDADES DE LA RADIOTERAPIA

Existen fundamentalmente dos modalidades de tratamiento radioterápico Radioterapia externa (Teleterapia) y Braquiterapia que se clasifican según la distancia en que esté la fuente de irradiación al área a tratar:

Radioterapia externa (Teleterapia) La fuente de irradiación está a cierta distancia del paciente en equipos de grandes dimensiones, como son las unidades de Cobalto 60 (Co60) y acelerador lineal (LINAC). El tipo de radiación puede ser rayos Gamma, rayos X, y electrones, aunque existen unidades que pueden generar otro tipo de partículas tales como neutrones, protones, etc. Para este tipo de tratamiento, que es el más común, los pacientes en

general acuden diariamente en forma ambulatoria por un período total variable, dependiendo del caso que se está tratando. (9)

Equipos de tratamiento en Radioterapia externa (teleterapia)

- UNIDADES DE KILOVOLTAJE

Un equipo de terapia superficial consiste en un generador y un tubo de rayos X. Su principal característica es administrar una dosis de radiación solo en las capas más superficiales de la piel o próximas a ella, de forma que los tejidos más profundos queden expuestos a una dosis de radiación muy baja. Su utilización se vio reducida tras la introducción de los modernos aceleradores lineales de electrones multienergéticos que, como se estudiará más adelante, también permiten el tratamiento de la piel con radiación de electrones. Sin embargo, en los últimos años viven un resurgimiento debido a su menor coste. (6) Dado su bajo poder de penetración, es decir, dado que la energía de los fotones se deposita en pocos milímetros por debajo de la superficie de la piel, estos equipos se utilizan para tratamientos de lesiones cutáneas. (6)

- UNIDADES DE COBALTO

Son unidades de tratamiento que utilizan una fuente de ^{60}Co , emisora de radiación gamma procedente de las desintegraciones nucleares. (6)

La máquina tiene un brazo (gantry) que soporta la cabeza de radiación, que es donde se aloja la fuente de ^{60}Co . El brazo permite girar la cabeza de radiación alrededor del paciente sobre un eje de rotación. La cabeza de radiación puede rotar y dispone, a su vez, de un colimador también rotatorio. La mesa de tratamiento también puede girar alrededor del mismo eje de rotación que el colimador. El punto de intersección del eje de giro del brazo, del eje del colimador y del eje de la mesa de tratamiento se denomina isocentro de la máquina. (6)

La distancia fuente-eje es de 80 ó 100 cm. Se usan colimadores ajustables para definir el campo de tratamiento, y hay también disponibles filtros especiales o modificadores de haz para necesidades individuales de terapia.



○ ACELERADORES LINEALES

Un acelerador lineal (LINAC, linear accelerator) es el dispositivo más común que se utiliza para dar radioterapia externa. Son máquinas con tecnología avanzada, controladas por una computadora que generan haces de electrones y rayos X de alta energías. Los aceleradores pueden ser de dos tipos: monoenergéticos y multienergéticos, los primeros sólo producen una energía de fotones, mientras que los segundos pueden producir haces de distintas energías de fotones y electrones. (4)

Los LINAC basan su funcionamiento en el mismo principio que el tubo de rayos X antes estudiado, es decir, electrones acelerados que colisionan con un metal, donde se producen rayos X (RX) por bremsstrahlung. (6)

Elementos que conforman el equipo de aceleradores lineales (10)

1. Campo electromagnético

Es creado por el generador y amplificado por el klystron

2. Cañón de electrones

Produce electrones y los expulsa a gran velocidad

3. Guía de ondas aceleradoras

Mediante el campo electromagnético se aceleran los electrones hasta velocidades cercanas a la de la luz

4. Imán focalizador

Mediante un campo magnético y un giro de 270° selecciona los electrones y en función de su energía los dirige hacia el tumor. Un filtro homogeneizador unifica aún más su energía

5. Colimador de multilámina

Las multilámina adoptan diferentes configuraciones, para moldear el haz de partículas de acuerdo con la forma del tumor, minimizando así el daño a tejidos vecinos. El nuevo acelerador incorpora además una multilámina, que permiten trabajar con mayor precisión

6. Radiación sobre el tumor

El tumor se irradia desde diferentes puntos, gracias al brazo giratorio del acelerador en cada posición el colimador adopta la forma que permite tratar el tumor de manera más efectiva

7. Visión portal

Antes de tratar al paciente el acelerador verifica que este correctamente posicionado para recibir la dosis de radiación que ha sido programada por un complejo sistema informático tridimensional obtenida por la tomografía axial computarizada (TAC)

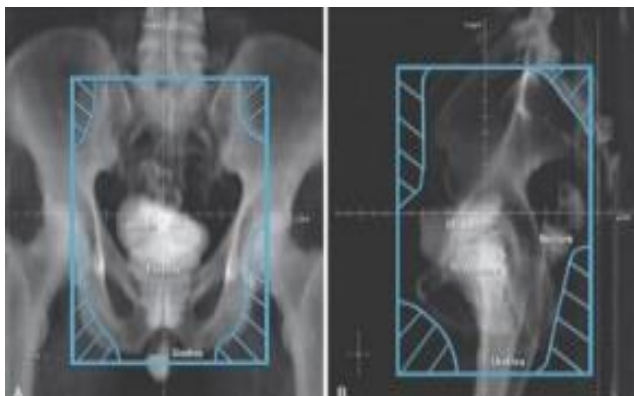


Modalidades de tratamiento de Radioterapia externa

RADIOTERAPIA 2D

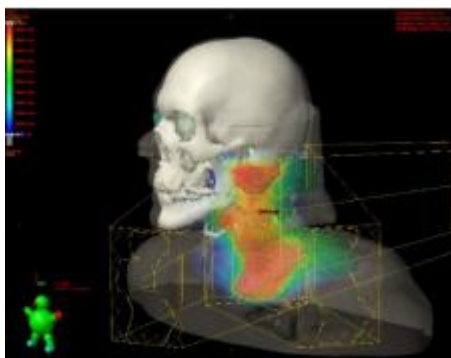
La radioterapia 2D utiliza campos simples, tradicionalmente paralelos opuestos que son conformados al volumen de tratamiento mediante el colimador multilaminar o mediante la fabricación de bloques. La radioterapia 2D permite solamente tratamientos sencillos y se

utiliza para tratamientos paliativos. Se incorporaron las radiografías AP y lateral, se tomaban con un exposímetro, se media y en base a eso se tenían ambas vistas y así se podía hacer la ubicación de los órganos, se coloreaba en la radiografía, a modo de determinar a qué profundidad se debía hacer llegar el haz de radiación.



RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL TRIDIMENSIONAL (3D)

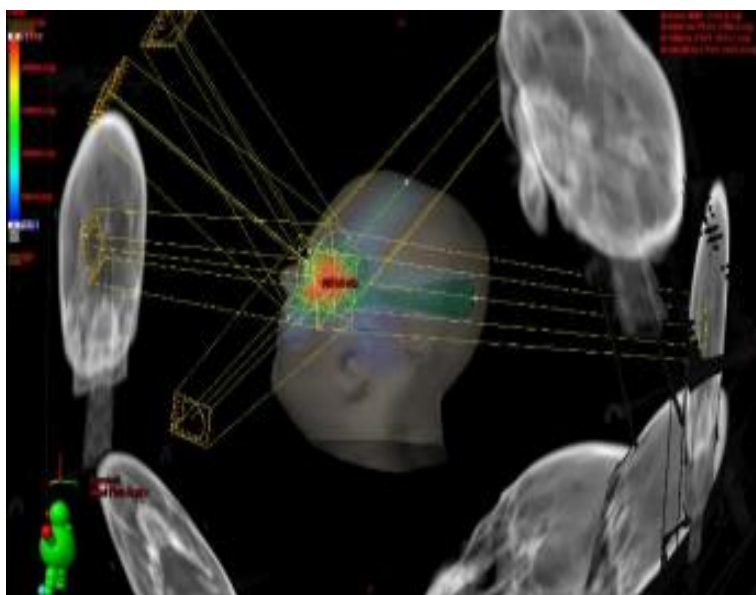
Se generan imágenes tridimensionales detalladas del cáncer, generalmente mediante tomografía computarizada o imágenes por resonancia magnética.



RADIOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA (IMRT)

La IMRT permite generar distribuciones de dosis ajustadas a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación o control de la intensidad de los haces de radiación. Al mismo tiempo se logra disminuir la exposición a dosis altas de los órganos críticos cercanos, consiguiendo una menor toxicidad del tratamiento que puede permitir un incremento en las dosis aplicadas al volumen blanco para conseguir una mayor probabilidad de control tumoral, lo que se conoce como escalamiento de dosis.

Existen dos modalidades para conseguir modular la fluencia de un haz de fotones mediante un colimador multiláminas: una se basa en múltiples segmentos estáticos, también llamada step-and-shoot, que mediante una superposición de subcampos o segmentos estáticos (sin radiación entre segmento y segmento) consigue crear la fluencia planificada, y la otra es la técnica de multiláminas dinámica, en la que durante la irradiación las láminas se mueven, realizando un barrido unidireccional desde un lado del campo hasta el opuesto, a velocidades y distancias entre láminas variables, consiguiendo crear la fluencia planificada. (4)



ARCOTERAPIA VOLUMÉTRICA MODULADA (V-MAT):

La VMAT es una forma de IMRT en la que el acelerador lineal gira en arcos en torno al paciente, modulando la intensidad de la radiación y la velocidad del giro. Con esto conseguimos reducir a escasos minutos tratamientos de alta complejidad que con los aceleradores lineales tradicionales pueden llevar hasta una hora, ganando en precisión. Durante el tratamiento, el haz de radiación se adapta a la forma del tumor y se puede administrar desde prácticamente cualquier ángulo. Esta técnica de tratamiento requiere que los aceleradores cumplan unas determinadas y exigentes especificaciones técnicas como disponer de tasas de dosis altas (velocidad a la que entrega la dosis), riguroso control de las velocidades de giro del acelerador y de movimiento de las láminas, etc. En el tratamiento se debe utilizar un acelerador lineal. En la práctica, esta técnica permite realizar los tratamientos

de forma muy rápida en comparación con otras técnicas, un giro completo. El tratamiento con un único arco de 360° lo puede realizar en menos de 2 minutos.



RADIOTERAPIA GUIADA POR LA IMAGEN (IGRT)

Sistemas guiados por imagen ayudan a delimitar con extrema precisión la zona de tratamiento reduciendo al mínimo las secuelas derivadas de la radiación sobre los tejidos sanos. Realizar esta adquisición de imágenes antes del tratamiento y modificar los parámetros de este según la diferencia en volúmenes. Está indicado para tumores en órganos en movimiento como el hígado, pulmón, que hasta ahora requerían amplios márgenes de seguridad en la radiación, por lo que se producían secuelas importantes.

TOMOTERAPIA

La tomoterapia helicoidal se define como una nueva técnica de administración de radiación de intensidad modulada (IMRT) mediante un haz rotatorio (“Fan beam”) generado en un Acelerador Lineal instalado en un gantry anular similar al gantry de un TAC, que emite radiación de forma continua y simultáneamente mientras la mesa de tratamiento desplaza longitudinalmente al paciente a través del haz de radiación.

La tomoterapia helicoidal es una tomo-radiación administrada con un movimiento simultáneo del gantry y de la mesa de tratamiento asimilado conceptualmente a un TAC helicoidal.

Un sistema de mandíbulas independiente integrado con el colimador primario, produce el “Fan beam” con una amplitud del haz entre 1 y 5 cm. Además, un colimador multiláminas binario, compuesto por 64 láminas, interacciona a través del haz de radiación mediante un sistema de apertura/cierre definiendo pequeños haces (“beamlets”) individuales, siendo el tiempo de apertura/cierre de las láminas de aproximadamente 50 milisegundos; el haz de radiación reproduce entre 2 a 5 rotaciones en cada punto o lo que es lo mismo entre 100-250 beamlets, de manera que varios miles de beamlets son utilizados en cada tratamiento.

La distancia de la fuente de radiación al eje de rotación es de 85 cm, y hace factible tratar un volumen cilíndrico de 40 cm de diámetro por 160 cm de longitud en un único tiempo de radiación, con una tasa de dosis de 850 cGy/minuto.

La integración de un Acelerador Lineal en un gantry anular tipo TAC proporciona una serie de ventajas:

- Similar al TAC convencional, el gantry anular del sistema Tomo-Therapy HI-ART reproduce una precisión en el isocentro del orden de décimas de mm, que se compara favorablemente con 1 mm con el gantry convencional de los Aceleradores Lineales.
- La fuente de rayos X utilizada para generar la imagen es el Acelerador Lineal, utilizando un haz menor de energía y fluencia; la utilización del mismo haz de tratamiento sin modificar su trayectoria asegura que la tomoimagen coincida exactamente con el volumen diana radiado en tiempo real.
- La unidad de tomoterapia genera secciones de TAC cada 5 segundos y permite discriminar con nitidez las diferentes estructuras anatómicas (pulmón, grasa, músculo, hueso).
- Una dosis de apenas 0,5-1,5 cGy es suficiente para visualizar estructuras en la tomoimagen, resultando una dosis mucho más baja que la dosis recibida utilizando sistemas de imagen por TAC convencional.

La Unidad de Tomoterapia permite la verificación de la dosis mediante un detector de megavoltaje que recoge la cantidad de radiación transmitida a través del paciente durante el

tratamiento; dichas señales pueden ser comparadas con las señales previstas de manera anticipada, siendo posible la interrupción del tratamiento si existen incertidumbres o discrepancias en las mismas.

RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁCTICA (SRS/SBRT).

Estereotaxia es el movimiento en el espacio: estéreo (stereo= tres dimensiones) y táctico (latín, tactis= tocar). La radiocirugía estereotáctica (SRS), es una forma de radioterapia muy precisa, al principio se desarrolló para tratar tumores pequeños del cerebro y anomalías funcionales de éste. La SRS, que tiene un margen de error de sólo 1 o 2 mm, se usa para el tratamiento de tumores del cuerpo, es un procedimiento llamado radioterapia estereotáctica de cuerpo (SBRT). La SRS es una forma no quirúrgica que entrega radiación enfocada en dosis mucho más altas, y en sólo una o pocas sesiones, a diferencia de la radioterapia tradicional.

La SRS y la SBRT dependen de varias tecnologías:

- Imágenes tridimensionales y técnicas de localización que determinan las coordenadas exactas del blanco dentro del cuerpo.
- Sistemas para inmovilizar y posicionar con cuidado al paciente, y para mantener la posición de éste durante la radiocirugía.
- Haces de rayos γ o rayos X colimados que convergen en el tumor o lesión
- La radioterapia guiada por imágenes (IGRT), que se sirve de imágenes médicas para confirmar la ubicación de un tumor antes, y en algunos casos durante la administración de la radiación. La IGRT mejora la precisión y la exactitud del tratamiento.

¿Qué equipo se usa?

Hay tres modalidades básicas de equipo de radiocirugía estereotáctica, cada una de las cuales usa distintos instrumentos y fuentes de radiación:

- El **bisturí de rayos gamma** (Gamma Knife), que usa 192 o 201 haces de rayos gamma sumamente enfocados todos dirigidos a la región objetiva.
- Las **máquinas de acelerador lineal** (LINAC), que se encuentran en todo el mundo, suministran rayos X de alta energía, también conocidos como fotones. El acelerador lineal puede realizar SRS en tumores más grandes en una sola sesión o en varias sesiones que se llama radioterapia estereotáctica fraccionada.
- La **radiocirugía de Proton beam** o partículas de carga pesada tiene uso limitado en Norteamérica, aunque se ha aumentado dramáticamente en años recientes el número de centros que ofrecen terapia de protones.

La SRS se usar para tratar:

Muchos tipos de tumores cerebrales que incluyen:

- Benignos y malignos
- primarios y metastáticos
- simples y múltiples
- tumores residuales después de la cirugía
- tumores intracraneales, orbitales y en la base del cráneo.

La SBRT actualmente se está usando para el uso en el tratamiento de tumores malignos o benignos de tamaño pequeño a mediano en el cuerpo y en sitios comunes incluyendo:

- pulmón, hígado, abdomen, columna, próstata, cabeza y cuello.
- Malformaciones arteriovenosas (MAV).
- Otras condiciones neurológicas como la neuralgia del trigémino (un malfuncionamiento de un nervio de la cara), etc.

¿Cómo se realiza el procedimiento?

Radiocirugía estereotáctica con bisturí de rayos gamma

La radiocirugía con bisturí de rayos gamma consiste en cuatro fases:

1. Colocación del dispositivo para la cabeza
2. Toma de imágenes para ubicar el tumor,
3. Planificación computarizada de la dosis
4. Administración de la radiación.

En la primera fase, una enfermera coloca una pequeña aguja en la mano o el brazo para poderle dar medicaciones y contraste, si es necesario, para la toma de imágenes.

Un neurocirujano usa anestesia local para adormecer dos puntos en la frente y dos puntos en la parte de atrás de la cabeza. Para inmovilizar la cabeza dentro del marco hasta que la sesión de tratamiento haya terminado, se le colocará en la cabeza un dispositivo en forma de caja con tornillos de diseño especial.

Esta pieza de aluminio liviano es también un dispositivo para guiar y asegurar que los haces del bisturí de rayos gamma estén enfocados exactamente donde se requiere el tratamiento.

Luego le llevarán a un área de toma de imágenes donde se realizará una exploración por resonancia magnética nuclear (RMN) para ver la ubicación exacta del tumor en relación con el dispositivo de la cabeza. En algunos casos, se puede hacer una exploración de tomografía computarizada (TC) en vez de, o en adición a, una exploración RMN. Si está recibiendo tratamiento para una malformación arteriovenosa, puede también recibir una angiografía. En la siguiente fase el paciente podrá relajarse por una o dos horas mientras el equipo de tratamiento identifica el (los) tumor(es) para tratamiento y hace un plan de tratamiento usando software de computadora especializado para dar la radiación óptima al tumor y minimizar la dosis a los tejidos circundantes normales.

Luego, se recostará en la camilla del bisturí de rayos gamma y se acopla el dispositivo de la cabeza a la máquina antes de comenzar el tratamiento. Se le harán sentir al paciente cómodo con una almohada o una esponja en forma de cuña debajo de las rodillas y una manta. El equipo de tratamiento luego se va al área de control fuera de la sala de tratamiento para comenzar el tratamiento. El paciente podrá hablar con el médico a través de un micrófono

incorporado en el casco, y hay una cámara que le permite al equipo profesional verlo/a en todo momento.

El paciente no siente el tratamiento y la máquina es muy quieta. Según el modelo de bisturí de rayos gamma y el plan de tratamiento, el tratamiento entero puede realizarse sin interrupción o se puede dividir en múltiples partes más pequeñas. El tratamiento total puede durar menos de una hora o hasta por cuatro horas, al terminar suena un timbre y la camilla se vuelve a colocar en su posición original. Tan pronto termina el tratamiento el paciente puede sentarse y se quita el casco de la cabeza. En la mayoría de los casos, debe poder volver a casa poco después.

La SBRT típicamente consiste en cinco sesiones de tratamiento administradas dentro de un período de una a dos semanas. En el caso de ciertas tecnologías como el bisturí de rayos gamma que basan la guía por imágenes en una solución basada en rayos X, se le puede pedir permiso para colocar un marcador de referencia en, o cerca, de su tumor (en ciertos casos). No obstante, este paso no es necesario en el caso de la mayoría de las tecnologías de guía por imágenes basadas en la TC. Si se requiere un marcador de referencia, dependiendo de la ubicación del tumor, su radioncólogo puede trabajar con un neumólogo, gastroenterólogo, o radiólogo para colocar, cerca del tumor, entre uno a cuatro marcadores de referencia. La colocación de dichos marcadores es casi siempre un procedimiento ambulatorio.

Antes del procedimiento

Los pasos inmediatamente previos al tratamiento pueden variar dependiendo de la ubicación del área de tratamiento y del tipo de equipos que se utilizan para enviar la radiación.

La preparación para la radiocirugía estereotáctica del cerebro con acelerador lineal es muy similar a la del procedimiento con bisturí de rayos gamma.

Colocación de un marco en la cabeza. Antes de que se inicie el procedimiento, el paciente tendrá un marco liviano fijado a la cabeza con cuatro pernos. Este marco estabilizará la cabeza durante el tratamiento de radiación y servirá como punto de referencia para concentrar los haces de la radiación. Es posible que algunos tipos de radiocirugía cerebral no requieran la colocación de un marco en la cabeza. Si es necesario un marco en la cabeza, se

administrarán inyecciones anestésicas en los cuatro lugares en el cuero cabelludo donde se insertarán los pernos (dos puntos en la frente y dos en la parte posterior de la cabeza). No se rasurará el cabello y se proporcionará un champú especial para limpiar el cuero cabelludo y ayudar a que el marco permanezca en su lugar. Para la radiocirugía estereotáctica del cerebro con acelerador lineal no se necesita un marco para la cabeza. La radiocirugía estereotáctica se realiza típicamente con una máscara plástica suave que se adapta a la forma del rostro.

Durante el procedimiento

Por lo general, se anestesia a los niños para las pruebas por imágenes y durante la radiocirugía. Normalmente los adultos están despiertos, pero es posible que te suministren un sedante suave para ayudar a relajarse. Si se está usando una máquina con cuchillo Gamma, se recostará al paciente en una cama que se desplaza hacia la máquina y el marco en la cabeza se fijará de manera segura a la estructura de la cama. La máquina no se mueve durante el tratamiento; en lugar de ello, la cama se mueve dentro de la máquina. Un radioncólogo controla el procedimiento con bisturí de rayos gamma en curso. A diferencia del bisturí de rayos gamma, el acelerador lineal se mueve y rota alrededor del objetivo durante el tratamiento para enviar haces de radiación desde diferentes ángulos.

El tratamiento dura menos de una hora.

RADIOCIRUGIA ESTEREOTAXICA FRACCIONADA

La radiocirugía estereotáctica fraccionada (RTEF) es una técnica de irradiación. El tratamiento se realiza en varias sesiones, dependiendo de cada paciente.

¿Por qué se realiza?

Es una herramienta muy útil para el tratamiento de lesiones malignas craneales en pacientes pediátricos, ya que permite reducir la cantidad de radiación que recibe el paciente y, de este modo, evitar que la toxicidad pueda afectar de forma importante a las funciones cognitivas de los pacientes. Es especialmente beneficiosa para los tumores de cabeza y cuello, pulmón, columna, próstata, hígado y abdomen.

Para administrar este tratamiento de radioterapia se aplica la misma cantidad de radiación, o incluso más, que la radiocirugía convencional. Esta radiación es aplicada en dosis pequeñas distribuidas en varios tratamientos diarios, que se denomina dosis fraccionada. Esta dosis fraccionada favorece a la reaparición del tejido sano cercano a la lesión, especialmente en estructuras críticas como el tronco cerebral o las vías ópticas. La intensidad del haz de irradiación en cada campo es variable, ya que se adapta a las características anatómicas del tumor y de las estructuras normales.

¿QUE ES EL GAMAKNIFE?

El bisturí de rayos gamma (Gamma Knife) es una radioterapia que utiliza programas de computación durante el planeamiento del tratamiento para ayudar a los médicos a ubicar e irradiar pequeños blancos dentro de la cabeza y del cerebro con muy alta precisión. El tratamiento administra dosis intensas de radiación en el área blanco mientras evita el tejido circundante.

¿Para qué se utiliza el equipo?

El bisturí de rayos gamma y el programa computarizado asociado de planificación de tratamiento les permite a los médicos localizar e irradiar zonas relativamente pequeñas de la cabeza (principalmente dentro del cerebro) con gran precisión. De esta forma se puede administrar dosis intensivas de radiación en la(s) zona(s) a tratar con poco efecto en los tejidos circundantes. Un tratamiento de sesión única con el bisturí de rayos gamma, por lo general, no es útil en zonas que miden más de tres o cuatro centímetros.

¿Cómo funciona el equipo?

Utiliza una técnica llamada radiocirugía estereotáctica que emplea múltiples haces de radiación que convergen en tres dimensiones para enfocarse de forma precisa en un volumen pequeño, como un tumor; esto permite administrar dosis intensivas de radiación a ese volumen sin peligro.

Participación y manejo del equipo de Teleterapia:

Radio – oncólogo (oncólogo radioterapeuta).

Es el responsable en última instancia del tratamiento del paciente, y tiene a su cargo la consulta, la prescripción de dosis y el tratamiento, la supervisión del paciente durante el tratamiento y los informes sumarios del tratamiento de cada paciente. Su presencia en la clínica es necesaria en todo momento mientras los pacientes estén siendo tratados.

Físico medico en radioterapia.

El papel de este profesional tiene componentes clínicos, de investigación y de educación, considerándose por las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (BSS), imprescindible su presencia en un servicio de radioterapia.

Personal de enfermería.

La enfermera de oncología radioterápica es un profesional colegiado que actúa de forma interdependiente con el equipo de oncología radioterápica en la administración de cuidados integrales de calidad al paciente.

Radioterapista (licenciado en radiología e imágenes).

El Radioterapista, es el profesional con la misión de suministrar al paciente el tratamiento de radiación, bajo la supervisión del oncólogo Radioterapeuta y del Físico médico. Entiende los diferentes métodos de tratamiento y los protocolos clínicos utilizados en la institución. Además, conoce el funcionamiento, el uso de los equipos y los accesorios, así como sus límites de seguridad.

Braquiterapia

En este caso la fuente de irradiación está cerca o en el área a tratar.

La radiación se administra por medio de la colocación de pequeñas fuentes de material radiactivo en forma de agujas, tubos, alambres o semillas dentro o próximo al volumen de interés. Como material radiactivo se utiliza Iridio 192, Iodo 125, Paladio 103, Cesio 137,

entre otros. Se utilizan en forma de colocación intersticial (agujas en el seno de los tejidos) o intracavitaria (tubos ginecológicos intravaginales e intrauterinos). Se distinguen en general cuatro tipos de aplicaciones clínicas, estas son Braquiterapia de Baja Tasa de Dosis, de Alta Tasa de Dosis, de Implantes permanentes y de Fuentes no selladas.

En esta modalidad la fuente de radiación se coloca dentro, o muy próxima al tejido a tratar. La radiación se aplica en forma más directa al tumor y se caracteriza por una rápida caída de dosis al alejarse de la fuente, ajustándose a la ley del cuadrado inverso, hecho benéfico para los tejidos circundantes. (4)

Es una terapia eficaz para el cáncer de cérvix, próstata, mama y piel, también se puede usar para tratar tumores en otras localizaciones, sola o en combinación con la cirugía, la radioterapia externa y la quimioterapia. Un tratamiento con braquiterapia permite intervalos de tiempo más cortos entre las sesiones, en comparación con otras técnicas de radioterapia, lo que reduce la probabilidad de que las células cancerosas sobrevivan, se dividan y crezcan en esos intervalos sin radioterapia.

También se emplea con fines paliativos, aliviando hemorragia como en los tumores de esófago y ginecológicos; alivia obstrucción, por ejemplo, en cáncer de pulmón y vías biliares, entre otros. Además, se puede utilizar como adyuvante en el cáncer de mama tratado con cirugía conservadora y cáncer de endometrio. En tumores que han recurrido en sitios previos irradiados, por ejemplo, nasofaringe, cabeza y cuello, tumores ginecológicos, sarcomas de tejidos blandos, entre otros. La braquiterapia se distingue de la radioterapia externa en el volumen irradiado, que es mucho menor, lo que le permite respetar más tejidos sanos, también la duración es menor (una a dos semanas, o en ocasiones un solo implante permanente versus semanas de la radioterapia externa), la energía es constante en la radioterapia externa, mientras puede variar conforme al decaimiento en la braquiterapia.

La fuente radioactiva siempre está contenida en un aplicador y, es el aplicador el que se coloca dentro del paciente. Con lo que la fuente nunca está en contacto directo con él y se puede utilizar para diferentes pacientes sin ningún tipo de riesgo biológico.

Braquiterapia según aplicación:

Braquiterapia manual: Se considera manual cuando el especialista coloca la fuente radiactiva de forma manual en el paciente.

En el caso de este tipo de administración el personal recibe exposición a las radiaciones durante el proceso.

Debido a la manipulación manual, aumenta la posibilidad de incidentes y accidentes.

Braquiterapia automatizada: Cuando el paciente recibe la fuente radiactiva a través de un catéter que está conectado a través de descartables al equipo que administrara la fuente radiactiva de forma tele comandada.

Gracias a eso el personal no recibe exposición a radiación durante el proceso en el caso de la manipulación automática reduce la posibilidad de accidentes en forma significativa.

Según la técnica de implantación, y dependiendo del tamaño del tumor y su localización, la braquiterapia puede ser:

Intersticial: se indica cuando el tumor está bien localizado y puede implantarse de manera directa, insertando las fuentes de forma permanente o temporal, en forma de agujas, alambre o semillas de forma directa en el volumen a tratar.

Intracavitaria: se utiliza cuando los aplicadores que contienen las fuentes radiactivas selladas se introducen en las cavidades naturales del cuerpo, en forma temporal como el útero.

Intraluminal: las fuentes son aplicadas en una luz como tráquea o esófago.

Intraoperatoria: se implantan las fuentes en el tejido blanco durante una cirugía.

Intravascular: cuando una fuente se aplica en una arteria.

Superficial o de contacto: cuando la fuente es puesta en contacto de manera superficial, como en tratamientos oftalmológicos, labio y cuero cabelludo. (4)

TIPOS DE APLICACIONES CLÍNICAS

Sistema de carga diferida.

En general todos los sistemas de carga diferida disponen de:

Un sistema para almacenar una o varias fuentes provistas de su correspondiente blindaje. Un sistema electro - mecánico que permite trasladar la fuente desde su posición de almacenamiento hasta el aplicador o catéter que se sitúa en el paciente a través de una manguera que comunique el contenedor con el aplicador. Un sistema que permita mantener la fuente en el aplicador el tiempo estipulado y que permite medir este. Un mecanismo que permita retornar la fuente a la posición de guarda cuando el tratamiento finalice o cuando sea interrumpido bien de forma voluntaria o por condiciones de emergencia.

Un sistema manual para poder retornar la fuente en caso de que falle el sistema automático.

Equipos utilizados en Braquiterapia. (que permiten realizar carga diferida):

Equipos de Baja y Media Tasa de Dosis:

Selectron LDR/MDR.

Se emplea para aplicaciones ginecológicas y utiliza fuentes de Cesio 137 de baja y media tasa de dosis. Puede disponer de hasta 48 Fuentes de Cesio 137 distintas. El equipo dispone de entre tres y seis canales que son conectados a los diferentes aplicadores.

Curiatron:

Se utiliza para el tratamiento del cáncer ginecológico y se viene comercializando desde 1969.

Equipos de Alta Tasa de Dosis.

Todos los equipos utilizan una fuente única de Iridio 192 que se mueve por los aplicadores colocados en el paciente mediante el impulso de un motor eléctrico. Dado que el tamaño de la fuente que utilizan las diferentes casas comerciales es de pequeñas dimensiones, 1mm de diámetro por 3.5 mm de longitud, es necesario que para tratar localizaciones de varios

centímetros la fuente se programe para realizar paradas en diferentes posiciones determinándose el tiempo de parada en cada posición en función del tratamiento diseñado.

Por ello los equipos disponen de diferentes canales por donde puede salir la fuente.

Estos canales son conectados a los aplicadores que son los que están colocados en el paciente.

En función del volumen de tratamiento se realizará una dosimetría clínica que determinara en cada uno de los catéteres que constituyen el implante las posiciones en que debe detenerse la fuente y el tiempo de parada en cada posición.

Una vez aprobada la dosimetría clínica toda la información de los catéteres es transmitida a la unidad de control del equipo situada en una habitación independiente de la sala donde se irradiará al paciente.

Fuentes radiactivas utilizadas en Braquiterapia.

- **Cesio 137:** Existe una gran variedad de fuentes de Cesio en función a la casa comercial que suministra la fuente. Emite radiación gamma de energía media 0.662 Mev y radiación beta, esta es detenida por la funda de acero que contiene la fuente.

La funda también asegura la hermeticidad de la fuente en su vida. La vida media es 30.18 años. En general para este tipo de fuente la actividad por centímetro de la fuente suele estar en torno a los 15mCi/cm (555MBq/cm).

- **Iridio-192: se utiliza en Braquiterapia desde 1958.** La energía media de emisión de radiación gamma es de 0.38 Mev y la vida media es de 74.02 días. La fuente radiactiva está contenida dentro de una funda metálica, de platino para las fuentes de baja tasa y de acero inoxidable para las de alta.

La funda metálica cumple dos condiciones, la primera contener al material radiactivo manteniendo su estanqueidad y la segunda filtrar la radiación beta indeseable para este tipo de tratamiento.

Se utilizan fundamentalmente en braquiterapia intersticial, siendo las características más importantes su flexibilidad y maleabilidad.

- **Yodo-125:** El tipo de radiación que emiten es de tipo gamma con una energía de 35.5 keV. La vida media es de 60.1 días. Se utiliza en forma de semillas de dimensiones externas de 4.5mm * 0.8 mm y se emplea en el tratamiento del cáncer de próstata mediante implantes permanentes.
- **Oro-198:** Puede utilizarse sólo o en combinación con radioterapia externa. Tiene una energía de 400 KeV y la radiación es muy penetrante (penetración media en tejidos de 7 cm) por lo que requiere protección radiológica para el equipo sanitario.
- **Paladio-103:** Con una vida media de 17 días, y decae emitiendo rayos X característicos en el rango de energía 23 keV. Se utiliza habitualmente para BT intersticial en forma de semillas de pequeñas dimensiones; en los implantes de próstata, frente al Yodo-125, se consigue una mayor tasa de dosis absorbida inicial.

2.2.12 TÉCNICA RADIOTERAPEÚTICA, SIMULACIÓN, TIPO DE INMOVILIZACIÓN

CÁNCER DE CABEZA Y CUELLO.

La región de cabeza y cuello contiene delicados órganos que intervienen en funciones críticas. Los procesos tumorales malignos de esta región presentan características que los diferencian de los localizados en otras regiones anatómicas, como la elevada incidencia de diseminación ganglionar regional, su tendencia a presentar recurrencias locales, su baja incidencia de metástasis a distancia y la relativa alta frecuencia de presentarse de forma sincrónica o metacrónica con otras neoplasias de la cavidad oral, la faringe, la laringe o el pulmón.

Si son malignas suelen causar deformación y compromiso funcional que limitan el desempeño social, lo cual repercute en la calidad de vida, que se ve más deteriorada por alteraciones condicionadas por los tratamientos. La radioterapia es un componente esencial del tratamiento multimodal que logra los mejores resultados.

Labios: Los labios superior e inferior sirven de puerta de entrada al resto de la cavidad oral. Son responsables de proteger la boca y de mantener los alimentos y las bebidas dentro de la boca cuando una persona mastica y traga. También desempeñan un papel en la articulación, que es la forma en que una persona forma sonidos claros cuando habla. el labio superior comienza justo debajo de la nariz, mientras que el labio inferior comienza en la depresión justo encima de la barbilla.

Cavidad oral: Se refiere a la boca que consta de los labios, el revestimiento interno de las mejillas y los labios, las dos terceras partes delanteras de la lengua, las encías superiores e inferiores, el piso de la boca (debajo de la lengua), el paladar duro (techo de la boca formado por hueso) y el espacio pequeño detrás de las muelas del juicio.

Orofaringe: se extiende desde el paladar hasta el límite inferior de los pliegues faringoepiglóticos. Contiene el paladar blando, los pilares amigdalinos (anterior y posterior), las amígdalas palatinas, la base de la lengua, las paredes lateral y posterior de la faringe y la mucosa de la vallécula y de la superficie lingual de la epiglotis.

La mayoría de los cánceres de labio y de cavidad oral se originan en las células escamosas, estos se llaman carcinomas de células escamosas. Las células cancerosas se pueden diseminar al tejido más profundo a medida que el cáncer crece. Por lo general, el carcinoma de células escamosas aparece donde hay leucoplasia. Se subdividen en función de su origen: la pared anterior (base de la lengua y vallécula), la pared lateral (amígdala, fosa amigdalina y surco glosotonsilar), y la pared superior (úvula y superficie inferior del paladar blando).

Son los tumores malignos más frecuentes después de los que se originan en la cavidad oral y tienen, al igual que éstos, una clara relación con el alcoholismo y tabaquismo. El 90% corresponden a carcinomas escamosos.

Los cánceres de orofaringe al igual que el de boca ocurren cuando las células de la mucosa desarrollan cambios (mutaciones) en su ADN. La acumulación anormal de células cancerosas en la mucosa orofaríngea puede formar un tumor. Con el tiempo, las células cancerosas se pueden diseminar dentro de la boca y hacia otras zonas de la cabeza y el cuello, o bien a otras zonas del cuerpo.

Tratamiento de cáncer de labio y cavidad oral:

La radioterapia se emplea como adyuvante ante márgenes cercanos o positivos, extensión perineural, invasión linfovascular y, o presencia de ganglios metastásicos.

Márgenes positivos y ruptura capsular de ganglios metastásicos son indicadores para radioquimioterapia posoperatoria.

El tratamiento electivo del cuello depende del sitio primario y etapa clínica inicial. Por su parte, la radioterapia externa, sola o en combinación con quimioterapia se usa en tres situaciones en el manejo de cáncer de cavidad oral:

1. Como tratamiento adyuvante poscirugía, para mejorar el control regional local en pacientes con características histológicas desfavorables.
2. Como tratamiento primario en pacientes no susceptibles de manejo quirúrgico.
3. Como tratamiento de rescate ante enfermedad persistente o recurrente.

En lo que a la braquiterapia concierne, puede emplearse como modalidad única de tratamiento en enfermedad temprana en algunos subsitios o como adyuvante a cirugía en el caso de márgenes estrechos o positivos; así mismo, como sobredosis en adición a radioterapia externa.

En carcinomas epidermoides de labio, el manejo con radioterapia es ideal en lesiones tempranas, así como en las mayores de 2 cm que afectan las comisuras, donde un manejo quirúrgico condicionaría microstomía o incontinencia oral.

Puede también emplearse radioterapia externa o braquiterapia (baja tasa de dosis con cesio 137 o alta tasa de dosis con iridio 192) con buenos resultados cosméticos y funcionales. Los volúmenes de tratamiento deberán incluir el volumen tumoral grueso (GTV) más 2 cm de margen y debe considerarse que el cuello no se trate de manera rutinaria ni en forma electiva.

Tratamiento de cáncer de orofaringe: los tratamientos de radioterapia tanto para cavidad oral y orofaringe generalmente se administran 5 días a la semana durante 6 a 7 semanas. Pero a veces se utilizan otros programas, por ejemplo:

El hiperfraccionamiento: consiste en administrar la dosis total de radiación en un número mayor de dosis, por ejemplo, administrar dos dosis menores por día en vez de una gran dosis por día.

El fraccionamiento acelerado: significa administrar dos o más dosis cada día para que el tratamiento con radiación se complete más rápidamente (3 semanas en vez de 6, por ejemplo).

Puede que el hiperfraccionamiento y los programas de fraccionamiento acelerado reduzcan el riesgo de que el cáncer regrese en o cerca del lugar donde se originó (recurrencia local), y puede que ayuden a algunas personas a vivir por más tiempo. La desventaja consiste en que los tratamientos que se suministran en esta programación de sesiones de radiación también suelen ocasionar efectos secundarios más graves.

Nasofaringe: es parte de la garganta (junto con la orofaringe e hipofaringe) y se encuentra directamente detrás de la cavidad nasal, por encima de la orofaringe y por encima y detrás del paladar blando. Cuando el paladar blando se eleva, forma el suelo de la nasofaringe (o el fondo de la caja). La nasofaringe está situada justo debajo y delante de la base del cráneo.

El cáncer nasofaríngeo es un tipo de cáncer de cabeza y cuello que comienza en la nasofaringe, la parte superior de la garganta que se encuentra detrás de la nariz y cerca de la base del cráneo. En muchos casos, los cánceres nasofaríngeos se agrandan bastante antes de que los pacientes se den cuenta de los síntomas.

Los síntomas exactos dependen de la ubicación del tumor, de su tamaño y de si se ha extendido o no a otras áreas antes de ser detectado. En general, el cáncer de la nasofaringe puede presentarse con síntomas nasales, síntomas en los oídos, síntomas en los nervios craneales o síntomas en el cuello. Los tumores pueden presentarse en diferentes formas:

Bulto en el cuello: Uno de los puntos de detección más comunes del cáncer nasofaríngeo es después de que se ha extendido a los ganglios linfáticos del cuello. Hasta el 90% de las personas con cáncer de nasofaringe llegan a su médico con un bulto en el cuello.

Obstrucción nasal: La dificultad para respirar desde uno o ambos lados de la nariz (obstrucción) puede ser causada por un gran tumor que bloquea el paso de la respiración nasal

Sangrado de la nariz o la boca: Esto puede ser causado por un tumor en la parte posterior de la nariz

Problemas de oído: Los problemas relacionados con los oídos, como la pérdida de audición en un lado, el zumbido en el oído en un lado, una infección de oído en un adulto o el líquido detrás del tímpano, pueden ser causados por una masa tumoral que bloquea la trompa de Eustaquio.

Problemas de los nervios craneales (CN): Los cambios que afectan a los nervios craneales pueden ser causados por un tumor que se extiende en el cráneo o a lo largo de la base del cráneo donde los nervios salen.

Se usan los siguientes estadios para el cáncer de nasofaringe:

Estadio 0 (carcinoma in situ): se encuentran células anormales en el revestimiento de la nasofaringe. Estas células anormales se pueden volver cancerosas y diseminarse hasta el tejido cercano normal. El estadio 0 también se llama carcinoma in situ.

Estadio I: el cáncer se formó, se encuentra únicamente en la nasofaringe; o se diseminó desde la nasofaringe hasta la orofaringe o hasta la cavidad nasal.

Estadio II: el cáncer se encuentra únicamente en la nasofaringe o se diseminó desde la nasofaringe hasta la orofaringe o hasta la cavidad nasal.

El cáncer se diseminó hasta uno o más ganglios linfáticos de un lado del cuello o hasta los ganglios linfáticos detrás de la faringe. Los ganglios linfáticos afectados miden seis centímetros o menos.

Se encuentra en el espacio parafaríngeo. El cáncer se puede haber diseminado hasta uno o más ganglios linfáticos de un lado del cuello o hasta los ganglios linfáticos detrás de la faringe.

Estadio III: el cáncer se encuentra solamente en la nasofaringe o se diseminó desde la nasofaringe hasta la orofaringe o la cavidad nasal. El cáncer se diseminó hasta uno o más

ganglios linfáticos de ambos lados del cuello. Los ganglios linfáticos afectados miden seis centímetros o menos.

Podría encontrarse en el espacio parafaríngeo. El cáncer se diseminó hasta uno más ganglios linfáticos de ambos lados del cuello. Los ganglios afectados miden seis centímetros o menos.

Se diseminó hasta los huesos cercanos o los senos nasales.

El cáncer se puede haber diseminado hasta uno o más ganglios linfáticos de uno o ambos lados del cuello, o hasta los ganglios linfáticos detrás de la faringe.

Los ganglios linfáticos afectados miden seis centímetros o menos.

Estadio IV

Estadio IVA: el cáncer se diseminó más allá de la nasofaringe y se puede haber diseminado hasta los nervios craneales, la hipofaringe (fondo de la garganta), las áreas en los costados del cráneo o la mandíbula, o alrededor de ellos, o hasta el hueso que rodea el ojo. El cáncer también se puede haber diseminado hasta uno o más ganglios linfáticos de uno o ambos lados del cuello, o hasta los ganglios linfáticos detrás de la faringe. Los ganglios afectados miden seis centímetros o menos.

Estadio IVB: el cáncer se diseminó hasta los ganglios linfáticos entre la clavícula y la parte superior del hombro, o los ganglios linfáticos afectados miden más de seis centímetros.

Estadio IVC: el cáncer se diseminó más allá de los ganglios linfáticos cercanos hasta otras partes del cuerpo.

La radioterapia es la principal forma de tratamiento, así como el manejo concomitante con quimioterapia a partir de la etapa II de la enfermedad, lo cual mejora el control de la enfermedad y la supervivencia global respecto a la radioterapia sola.

No obstante, los mejores resultados se obtienen con IMRT debido a la cercanía con estructuras críticas (órganos en riesgo) que se benefician de la restricción de dosis, como el tallo cerebral, nervios y quiasmas ópticos, lóbulos temporales, parótidas y aparato vestibular.

El tratamiento estándar para la etapa I es radioterapia exclusiva, para las etapas II a IV es el manejo combinado de radioquimioterapia. La dosis de prescripción debe ser 70 Gy al volumen tumoral grueso, 60 Gy a las áreas de alto riesgo para enfermedad microscópica y 54 Gy al cuello clínicamente negativo.

También han surgido nuevas modalidades de combinación, en especial después de quimioterapia de inducción, con diversos regímenes más tratamiento concomitante con el esquema SMART (simultaneous modulated accelerated radiotherapy boost), en el que las dosis de prescripción se administran simultáneamente de manera automática en el equipo de la siguiente manera: volumen tumoral grueso (GTV), 66 a 70 Gy en 33 a 35 sesiones (2 Gy/sesión); volumen tumoral clínico de alto riesgo, 63 Gy en 35 sesiones (1.8 Gy/sesión) y 50.4 Gy en 28 sesiones (1.8 Gy/sesión) al cuello electivo.

Laringe: se divide en tres áreas: supraglótica, glótica y subglótica, el espacio supraglótico está situado por encima del plano de los ventrículos laríngeos y contiene: la epiglotis, el espacio preepiglótico, los repliegues aritenopiglóticos y las cuerdas vocales falsas. El área glótica se extiende 1 cm por debajo del plano de los ventrículos e incluye: las cuerdas vocales verdaderas y las comisuras anterior y posterior. Por debajo de esta área queda el espacio subglótico, que alcanza hasta el margen inferior del cartílago cricoideo.

El cáncer de laringe:

Es una enfermedad por la que se forman células malignas (cancerosas) en los tejidos de la laringe. Es posible que el cáncer se disemine a los tejidos cercanos o a la tiroides, la tráquea o el esófago. También es posible que el cáncer se disemine a los ganglios linfáticos del cuello, la arteria carótida, la parte superior de la columna vertebral, el tórax y otras partes del cuerpo.

Estadios del cáncer de laringe:

Tumor glótico de la laringe:

T1: El tumor está limitado a las cuerdas vocales, pero no afecta su movimiento

T2: El tumor se ha diseminado a la supraglotis o a la subglotis. El tumor también puede afectar el movimiento de las cuerdas vocales.

T3: Tumor limitado a la laringe y paraliza al menos 1 de las cuerdas vocales, también puede invadir el espacio interior de la laringe o el cartílago alrededor de la glándula tiroidea.

T4: El tumor se ha diseminado fuera de la laringe.

Tumor supraglótico de la laringe:

T1: El tumor está en una única zona encima de las cuerdas vocales que no afecta su movimiento.

T2: El tumor inició en la supraglotis, pero se ha diseminado a las membranas mucosas que recubren otras zonas circundantes, como la base de la lengua.

Las cuerdas vocales no están afectadas.

T3: El tumor está limitado a la laringe y afecta las cuerdas vocales.

El tumor puede haberse extendido al tejido circundante.

T4: El tumor se ha diseminado fuera de la laringe.

Tumor subglótico de la laringe:

T1: El tumor está únicamente en la subglotis.

T2: El tumor se ha diseminado a las cuerdas vocales. El movimiento de las cuerdas vocales puede estar afectado.

T3: El tumor está limitado a la laringe y afecta los pliegues vocales. También puede invadir el espacio interior de la laringe o el cartílago alrededor de la tiroides.

T4: El tumor se ha diseminado fuera de la laringe.

Los tumores malignos de la laringe:

Se presentan con mayor frecuencia en la glotis y, debido a las características histológicas de esta región, con un drenaje linfático muy escaso en el espacio de Reinke.

Los tumores tempranos de este subsitio, T1 y T2, pueden manejarse en forma localizada sin tratamiento electivo de las zonas linfoportadoras.

Como consecuencia de dicha escasez de drenaje linfático, los tumores glóticos son susceptibles de tratamiento unimodal con radioterapia o cirugía habitualmente endoscópica, la elección depende de las preferencias del paciente y de la experiencia y recursos; al final, los resultados oncológicos son similares.

Respecto al control local que se obtiene con radioterapia, éste es del 90% para lesiones T1 y de 70 a 80% para lesiones T2. El tratamiento con radioterapia para tumores glóticos T1 o T2 debe sólo incluir la laringe, lo cual se obtiene con la denominada “caja laríngea”, que consiste en dos campos paralelos opuestos que cubren por completo la laringe. Las dosis de prescripción van desde 60 Gy para el caso de enfermedad microscópica exclusivamente hasta 70 Gy cuando es evidente actividad tumoral macroscópica, y mediante sesiones de 2 Gy.

Senos paranasales: son cavidades revestidas de mucosa en su interior y llevan el nombre de los huesos que los contienen: frontales, maxilares, etmoidales y esfenoidales.

Los carcinomas de senos paranasales son raros y agresivos: suponen el 0,2% de las lesiones malignas y constituyen el 3% de las neoplasias de cabeza y cuello. El diagnóstico suele hacerse en las fases avanzadas de la enfermedad debido a que la sintomatología se superpone con la patología inflamatoria benigna y, por lo tanto, tienen un mal pronóstico. Los síntomas del cáncer de los senos paranasales son consecuencia de la compresión ejercida por el cáncer sobre las estructuras cercanas, e incluyen: dolor, sensación de obstrucción nasal, visión doble, hemorragia nasal, dolor o taponamiento del oído, entumecimiento u hormigueo, los dientes superiores debajo del seno afectado se aflojan.

Actualmente, el tratamiento óptimo es cirugía (si es factible) y radioterapia adyuvante con la variedad de intensidad modulada. Las dosis recomendadas de radioterapia son 70 Gy para enfermedad macroscópica y hasta 66 Gy en zonas con alto riesgo de enfermedad microscópica. La dosis para cuello en forma electiva son 54 Gy y se prefiere un fraccionamiento convencional a base de 1.8 a 2 Gy por fracción con cinco sesiones a la semana. Debido a los órganos en riesgo en esta zona, los planes de tratamiento son complejos.

Oído: está constituido por el canal auditivo externo, el oído medio y el oído interno. El oído medio está separado del canal auditivo externo por el tímpano. El oído medio contiene el

martillo, el yunque y el estribo. El oído interno contiene la cóclea, que es el órgano sensorial principal de la audición. La trompa de Eustaquio va desde el oído medio hasta la zona en la parte posterior de la nariz.

El tumor de oído puede ser canceroso o no canceroso. Es una enfermedad muy rara, que afecta solo a una o dos personas por millón, normalmente después de los 55 años. Se trata de neoformaciones poco habituales que, en la fase inicial, presentan pocos síntomas.

Alguno de los síntomas habituales del cáncer de oído central e interno son los siguientes: incapacidad para mover la cara en el lado afectado, dolor de oído, pérdida de capacidad auditiva, inflamación en los ganglios del cuello, dolores habituales de cabeza.

Existen diversas formas de abordar un tumor maligno o un cáncer de oído, aunque cabe hacer una distinción entre el oído externo y el oído medio o interno.

Tratamiento para el cáncer de oído externo: cirugía micrográfica de Mohs, supresión local, biopsia de supresión, cirugía de ganglio linfático, otoplastia o cirugía de la reconstrucción del oído, radioterapia.

Tratamiento del cáncer del oído medio e interno: cirugía, quimioterapia, radioterapia.

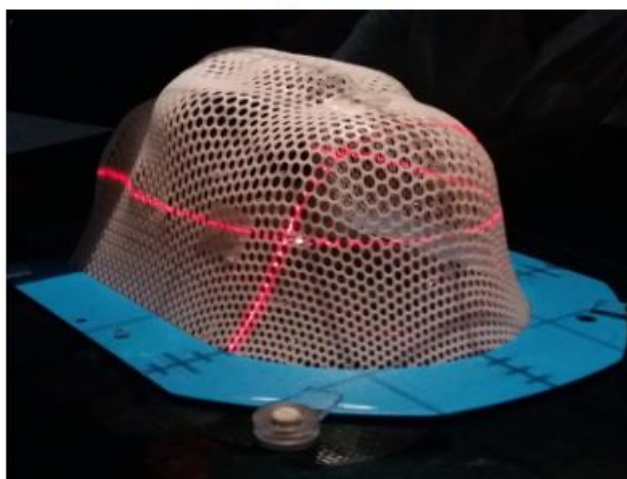
MODALIDAD O TÉCNICA DE IRRADIACIÓN: Radioterapia de Intensidad Modulada, Radioterapia Guiada por Imagen (IGRT).

SIMULACIÓN DE RADIOTERAPIA PARA CÁNCER DE CABEZA Y CUELLO:

Posicionamiento:

El paciente estará acostado boca arriba durante su simulación y los tratamientos. Para ayudarle a permanecer en la misma posición de cada tratamiento, se deberá usar una mascarilla que cubra su cara y la parte superior del cuerpo y lo sujete a la mesa. La mascarilla se la pondrá durante la simulación y cada uno de los tratamientos. También se le agregara un extensor de hombros para despejar los hombros del cuello. (11)

MASCARAS



Tatuajes y marcas corporales:

Mientras el paciente esté acostado en su posición de tratamiento, el radioterapeuta le hará trazos en la piel o sobre la mascarilla con un marcador.

Una vez hechas las marcas, los radioterapeutas le tomarán fotografías en la posición de tratamiento. Las fotografías y las marcas se utilizarán para colocarle en una posición correcta sobre la mesa cada día del tratamiento.

Efectos secundarios de los tratamientos de radiación.

Los principales y más frecuentes efectos del tratamiento con radiaciones ionizantes en el área de cabeza y cuello son:

Mucositis:

Se considera la complicación no hematológica más grave del tratamiento contra el cáncer. Las consecuencias incluyen dificultad para deglutir alimentos sólidos, medicamentos, aumento en los costos del tratamiento y deterioro en la calidad de vida. En las formas leves, clínicamente se manifiesta como eritema y atrofia; en las formas más extremas, como úlceras.

Alteraciones en el gusto:

Los pacientes que reciben radioterapia a la región de cabeza y cuello presentan disgeusia, ageusia o hipogeusia. La radiación condiciona atrofia y daña a las membranas celulares de

las papilas gustativas. La disminución o pérdida de saliva condiciona flujo alterado de iones y, a las tres semanas de iniciado el tratamiento, ya existe daño. El primer sabor afectado es el “agrio”, pero conforme aumenta la dosis, se llega a perder el resto de las sensaciones gustativas: por lo regular, a la quinta semana del inicio del manejo con radioterapia.

Este efecto se revierte casi al 100%, en promedio a los seis meses de finalizado el tratamiento.

Xerostomía: Entre las células salivales más sensibles al efecto de la radiación, se encuentran las serosas, las cuales son el componente mayor de las glándulas parótidas; de ahí que es muy importante el análisis de las dosis para los planes de tratamiento, pues con más de 26 Gy el paciente presentará depleción casi total de la saliva, aunque si la dosis total a ambas glándulas es menor de 30 Gy, a los dos años de finalizado tratamiento existirá recuperación moderada. En ese periodo, la parótida contralateral mantendrá un flujo salival adecuado si sólo el 33% de su volumen recibe más de 40 Gy.

Otros efectos secundarios más comunes de la radiación son:

- Cambios en la piel donde se administró la radiación.
- Mucho cansancio (fatiga).
- Ronquedad en la voz.
- Dolores de boca y garganta.
- Sequedad en la boca.
- Problemas para tragar o comer.

2.2.13 TÉCNICA DE RADIOTERAPIA, SIMULACIÓN Y TIPO DE INMOVILIZACIÓN PARA CÁNCER DE MAMA.

CANCER DE MAMA:

La glándula mamaria está constituida por multitud de lóbulos y lobulillos en los cuales se produce la leche. Los lóbulos y lobulillos están unidos entre sí por los conductos galactóforos, también denominados ductos, que conducen la leche hacia el pezón. Los avances ocurridos en los últimos años han modificado sustancialmente la imagen del cáncer de mama. Entre estos avances se encuentran:

- a) La mejora en la calidad técnica de la mamografía y en la interpretación mamográfica.
- b) La potenciación y mejora de la ecografía mamaria.
- c) La incorporación de técnicas como la resonancia magnética (RM)
- d) La extensión de los programas poblacionales para la detección precoz del CA de mama (el cribado mamográfico), que permiten el diagnóstico a partir de lesiones pequeñas y sutiles.

El diagnóstico en estadios iniciales conlleva un pronóstico mejor para las pacientes.

Ha impulsado el desarrollo de métodos terapéuticos poco agresivos, como la cirugía conservadora o la biopsia selectiva del ganglio centinela (BSGC).

Cáncer de mama: es el tumor maligno que se origina en el tejido de la glándula mamaria. Los tumores malignos se caracterizan por tener un crecimiento descontrolado y extenderse en los tejidos. Están formados por células que han acumulado alteraciones, mutaciones genéticas, que les permiten evadir el control del ciclo de división celular, e infiltrar los tejidos de alrededor. De esta forma, estas células pueden viajar a través de la sangre o la linfa a otros órganos y crecer formando tumores nuevos (metástasis).

MODALIDAD O TÉCNICA DE IRRADIACIÓN

La radioterapia para el cáncer mamario se puede administrar de la siguiente manera:

Radiación externa (teleterapia): Una máquina administra radiación desde fuera del cuerpo a la mama. Este es el tipo más común de radioterapia utilizado para el cáncer mamario.

Radiación interna (Braquiterapia): Después de la cirugía para extirpar el cáncer, el médico coloca temporalmente un dispositivo de administración de radiación en la mama en el área donde estuvo el cáncer. Se coloca una fuente radiactiva en el dispositivo durante breves períodos de tiempo en el tratamiento.

Irradiación parcial de la mama: Puede ser una opción para algunos cánceres mamarios en etapa temprana. Esta técnica dirige la radiación interna o externa a la zona alrededor de la cual se extirpó el cáncer.

El tratamiento con radioterapia se indica para todas las pacientes sometidas a cirugía conservadora (lumpectomía).

La radioterapia se puede utilizar para tratar los siguientes problemas:

1. Cánceres mamarios que no se pueden extirpar con cirugía.
2. Cáncer mamario inflamatorio, un tipo de cáncer agresivo que se extiende a los canales linfáticos de la piel que recubre la mama. Este tipo de cáncer mamario normalmente se trata con quimioterapia antes de la mastectomía, seguida de radiación, para reducir la probabilidad de recurrencia.

Radiación para tratar el cáncer de mama metastásico:

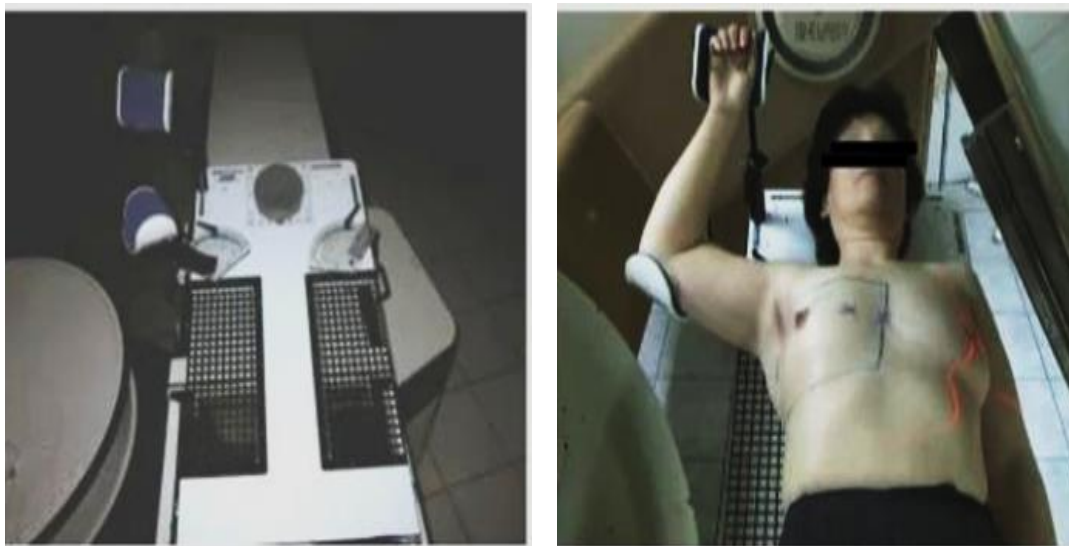
Si el cáncer mamario se ha extendido (metastatizado) a otras partes del cuerpo, puede recomendarse la radioterapia para reducir el tamaño del cáncer y ayudar a controlar síntomas como el dolor.

La radioterapia, cuando se indica de forma adecuada, no sólo mejora el control local, también la supervivencia, al prevenir recurrencia loco regional y diseminación sistémica de la enfermedad. Recientemente, la habilidad para seleccionar a las pacientes candidatas a esta modalidad y la mejoría en las técnicas de irradiación han permitido maximizar el beneficio clínico y reducir la toxicidad.

SIMULACIÓN

Inmovilización: La colocación y medios de fijación a considerar para recibir radioterapia externa varían, tradicionalmente se ha utilizado la posición supina, aunque también se ha propuesto otras posiciones como decúbito prono.

A las pacientes se las inmoviliza con el brazo a tratar de lado abducido a 90 grados y externamente rotado y se las coloca en una rampa con inclinación de 10 a 15 grados. Como precaución, y de ser posible, debe evitarse los pliegues cutáneos en la fosa supraclavicular.



Efectos secundarios de la radioterapia:

Los efectos adversos por radioterapia pueden dividirse en agudos y crónicos. De forma aguda, la paciente puede experimentar fatiga, irritación y reacción inflamatoria en la piel (radiodermatitis) en el sitio del tratamiento que, generalmente, comienza a partir de la segunda a tercera semana y, en algunos de los casos, resulta en descamación húmeda de la piel. Las secuelas tardías más comunes son cambios crónicos en la piel y tejidos blandos irradiados (fibrosis, hiperpigmentación y, rara vez, telangiectasias). En pacientes que se someten a disección axilar y reciben radioterapia adyuvante a la zona, el riesgo de linfedema aumenta significativamente con la adición de radiación.

2.2.14 TÉCNICA RADIOTERAPEÚTICA, SIMULACIÓN, TIPO DE INMOVILIZACIÓN CÁNCER CERVICOUTERINO

Útero: Forma parte del sistema reproductivo femenino y está localizado en la pelvis menor de la mujer. Se sitúa por delante del recto y cuando adopta la posición en anteversión, se sitúa por encima de la vejiga apoyándose en ella. El útero mide aproximadamente 7 cm de largo y 5 cm de ancho y 2 cm de espesor. La función del útero es la de recibir, mantener y nutrir un óvulo fecundado. Durante el embarazo el cérvix se cierra mediante un tapón mucoso que permite aislar el saco amniótico del exterior para protegerlo de posibles infecciones.

Cérvix o Cuello del Útero: Es cilíndrico y estrecho de 2,5 cm de longitud que se proyecta en la porción más alta de la vagina. El cuerpo del útero y la vagina se comunican a través del canal cervical.

Signos y síntomas del cáncer cervicouterino:

Es el segundo cáncer más frecuente en mujeres de todo el mundo.

Las mujeres con precánceres y cánceres de cuello uterino en etapa temprana usualmente no presentan síntomas. Los síntomas a menudo no comienzan hasta que un cáncer se torna más grande y crece hacia el tejido adyacente. Cuando esto ocurre, los síntomas más comunes son:

- a) Sangrado vaginal anormal, como sangrado después del sexo vaginal, sangrado después de la menopausia, sangrado y manchado entre periodos o periodo menstruales que duran más tiempo o con sangrado más profuso de lo usual.
- b) Una secreción vaginal inusual (la secreción puede contener algo de sangre y se puede presentar entre sus periodos o después de la menopausia).
- c) Dolor durante las relaciones sexuales
- d) Dolor en la región pélvica

Algunos signos y síntomas observados de la enfermedad más avanzada son:

- a) Hinchazón de las piernas
- b) Problemas para orinar o para evacuar
- c) Sangre en la orina

Durante la primera etapa, la enfermedad está limitada al cuello uterino, lo que cambia en la segunda etapa, en la que va más allá del cuello uterino.

Sin embargo, aún no afecta la pared pélvica o el tercio inferior de la vagina. En la tercera etapa, hay extensión a la pared pélvica y/o compromiso del tercio inferior de vagina y/o causa hidroureteronefrosis o falla renal, en la última etapa, ya hay metástasis o compromiso de otros órganos como vejiga, recto, pulmón, hígado y cerebro.

MODALIDAD O TÉCNICA RADIOTERAPÉUTICA:

Para tratar el cáncer de cuello uterino generalmente se utilizan dos tipos de radioterapia:

La teleterapia, la braquiterapia o ambas, se utilizan generalmente juntas o en combinación con la cirugía.

1. Teleterapia o radioterapia externa: Muchas pacientes reciben radioterapia de intensidad modulada (IMRT), generalmente requiere de un tratamiento diario durante un período de cuatro a seis semanas.
2. Braquiterapia o radioterapia interna: para el cáncer de cuello uterino se conoce como braquiterapia intracavitaria. Se coloca un aparato que contiene material radioactivo adentro de la vagina, el cuello uterino y a veces adentro del tejido aledaño al cuello uterino.

SIMULACIÓN VIRTUAL:

Límite Superior: en función de la extensión ganglionar histológica, incluyendo los relevos subyacentes a la extensión microscópica y/o radiológica: L4-L5, L5-S1, S1-S2 o región lumboaortica (D12-L1) si se necesita, en caso de invasión.

Límite Inferior: mitad de la vagina o su totalidad en función de la extensión.

Limites Laterales de los Campos Anteroposterior: 1.5 cm. por fuera del estrecho pélvico medio. 2.5 cm. de margen de seguridad o expansión de menos de 5 mm alrededor de los ganglios si están localizados.

Limite Anterior del Campo Lateral: la mitad de la sínfisis del pubis.

Limite Posterior del Campo Lateral: Cubrir la pared anterior del recto a mitad de S2; S3

En caso de movimiento uterino importante, los márgenes son alrededor de 2 cm.

Los márgenes asimétricos pueden ser utilizados en función: 15mm. hacia arriba, 6mm. hacía por abajo y 9mm. en las partes anterior y posterior.

Inmovilización.

La paciente se colocará en decúbito supino y en posición de Trendelenburg,

Colocando un reposacabezas debajo de la cabeza. Las piernas estarán en posición natural de aducción y los brazos hacia arriba de la cabeza o cruzados en el pecho.

**Previo a la simulación virtual del cáncer cervicouterino.**

Los pacientes son sometidos a una dieta blanda el día previo al procedimiento y un micro enema para eliminar la materia fecal.

Se le indica al paciente que media hora antes de la simulación tome medio litro de agua para mejorar la visualización de la vejiga en caso de no utilizar medio de contraste.

2.2.15 TÉCNICA RADIOTERAPEÚTICA, SIMULACIÓN, TIPO DE INMOVILIZACIÓN CÁNCER DE PRÓSTATA

La próstata: se encuentra, detrás de la base del pene, frente al recto, y debajo de la vejiga donde se inicia la uretra y rodea su primera porción. La función principal de la próstata es producir líquido seminal, el cual protege, mantiene y ayuda a transportar el espermatozoide.

Mide de 3-4 cm en su porción más ancha, de 4-6 cm de largo y mide de 2-3 cm de espesor y pesa alrededor de 20 a 25 gramos.

El cáncer de próstata es el segundo tumor más frecuente entre los hombres, después del de pulmón. Es un tumor de pacientes de edad avanzada con un pico de incidencia en los 70-75 años. La incidencia comparada con el resto de los países desarrollados se puede considerar baja (año 2002: 36 nuevos casos/100.000 habitantes/año), pero la tendencia es a aumentar desde la década de los años 90. Desde la generalización de la prueba de diagnóstico precoz de determinaciones de niveles de antígeno prostático específico (PSA) en la sangre, la incidencia del tumor ha aumentado, pero también la supervivencia, ya que se diagnostican y tratan tumores más pequeños con mejores resultados.

MODALIDAD O TÉCNICA RADIOTERAPÉUTICA:

En el cáncer de próstata, están indicadas las dos formas de radioterapia: la externa (conformada 3D, IMRT, IGRT) y la braquiterapia.

Ambas pueden emplearse en monoterapia o bien asociadas, empleando la braquiterapia como sobreimpresión.

Braquiterapia con implantes permanentes (semillas) o de baja tasa de dosis (LDR):

El isótopo radiactivo se introduce en la glándula prostática por vía trasperineal y no se retira. La acción terapéutica del isótopo se ejerce durante un tiempo limitado y condicionado a la vida media y a la actividad del isótopo.

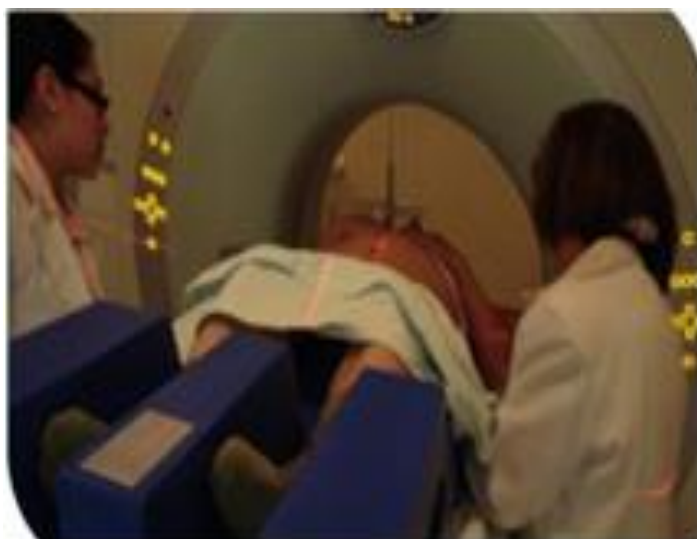
En la actualidad están disponibles semillas de I-125 y de Pd-103, ambos emisores gamma.

Las semillas pueden estar sueltas o unidas en tiras.

Braquiterapia con implantes temporales o de alta tasa de dosis (HDR): el isótopo utilizado es el Ir-192 que se introduce a través de unas guías conectadas al portador de la fuente. Con esta técnica el material radiactivo no se queda en el interior de la próstata, sino que deposita su energía en puntos establecidos por el oncólogo radioterapeuta, para administrar una dosis homogénea a la glándula.

SIMULACIÓN: La simulación se realiza en decúbito supino, a menos de que existan circunstancias especiales, y se utiliza contraste intravenoso y oral. Se requiere además de otros accesorios de fijación como soporte de piernas, pies y colchón al vacío personalizado.

Es importante la diaria reproducibilidad, por ejemplo, si la vejiga se encuentra llena, hay menos volumen irradiado y se cumplirán con facilidad los límites de dosis; en forma similar, si en la simulación el recto se encuentra vacío, el escenario es más adverso en cuanto a dosis, de forma tal que cuando en el tratamiento cotidiano se presente el paciente con distintos grados de distensión no recibirá dosis mayor de radiación. Es necesario dar los márgenes requeridos para que no queden zonas de riesgo fuera de los volúmenes terapéuticos. Según la modalidad, será el control y frecuencia de las imágenes.



Previo a la simulación virtual del cáncer de próstata:

Los pacientes son sometidos a una dieta blanda el día previo al procedimiento y un micro enema para eliminar la materia fecal.

Se le indica al paciente que media hora antes de la simulación tome medio litro de agua para mejorar la visualización de la vejiga en caso de no utilizar medio de contraste.

2.2.16 TÉCNICA RADIOTERAPEÚTICA, SIMULACIÓN, TIPO DE INMOVILIZACIÓN CÁNCER DE PULMÓN

Los pulmones: forman parte del aparato respiratorio, están situados dentro del tórax, protegidos por las costillas, y a ambos lados del corazón. Son huecos y están cubiertos por una doble membrana lubricada llamada pleura (que evita que los pulmones rocen directamente con la pared interna de la caja torácica). Están separados el uno del otro por el mediastino. Debajo de ellos, se encuentra el diafragma que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal.

El carcinoma de pulmón (CP) constituye la primera causa de muerte por cáncer en los países desarrollados. En el año 2004 la OMS realizó una actualización de la clasificación de los tumores epiteliales malignos del pulmón. Desde un punto de vista clínico y de cara al tratamiento, los tumores epiteliales malignos se dividen en carcinoma de pulmón no microcítico (CPNM) y carcinoma de pulmón microcítico (CPM).

En el grupo del CPNM se incluyen el carcinoma escamoso, el adenocarcinoma y el de células grandes y otros tumores epiteliales si no tienen componente de células pequeñas.

MODALIDAD O TÉCNICA RADIOTERAPÉUTICA:

SBRT (Radioterapia estereotáxica extracraneal): utilizada en algunos estadios iniciales (T1-T2N0M0) en pacientes inoperables o que rechazan la cirugía. Consiste en administrar altas dosis de radiación en pocas fracciones (generalmente 3-5).

Radioterapia externa:

Se utiliza para estadios avanzados (III-IV), generalmente en combinación con quimioterapia.

Habitualmente se emplean entre 30 y 35 sesiones de tratamiento

SIMULACIÓN:

- a) Colocación de paciente en espuma de poliuretano.

- b) Las manos deberán ser colocadas por detrás de la cabeza, o sobre soporte especial, diseñado para ello.
- c) Trazar o marcar una línea sobre la piel o el material de contención.
- d) Localizar un centro provisional 5 cm. por debajo de la Carina y el otro a medio espesor. Este centro, que llamaremos Torácico, servirá para de referencia para las dos partes del tratamiento.
- e) Colocar el Isocentro sobre la línea media, a medio espesor, sagitalmente entre el mentón y el límite inferior del diafragma.
- f) Definir de manera precisa la línea media.

Uno de los principales problemas que presenta la irradiación de los tumores pulmonares es el movimiento debido a la respiración y en menor medida al latido cardíaco, que hace necesario irradiar el tumor con un margen de tejido pulmonar sano alrededor para asegurar que el tumor recibe la dosis necesaria. Para solucionar este problema, se han comenzado a usar TC-4D (4 dimensiones) que informan de la posición del tumor en todo el ciclo respiratorio y existen unidades de tratamiento que administran la radiación sincronizada con la respiración de cada paciente, reduciendo las dosis sobre los órganos sanos adyacentes.

2.2.17 TÉCNICA RADIOTERAPEÚTICA, SIMULACIÓN, TIPO DE INMOVILIZACIÓN LINFOMA CUTÁNEO (BAÑO DE ELECTRONES)

La piel: es el órgano más grande del cuerpo y lo cubre por completo.

Sirve como escudo protector para el calor, la luz, las lesiones y la infección.

El linfoma cutáneo de células T (CTCL): es un tipo de cáncer poco frecuente que comienza en los glóbulos blancos llamados células T (linfocitos T). Estas células normalmente ayudan al sistema inmunitario del cuerpo a luchar contra los gérmenes. En el linfoma cutáneo de células T, las células T desarrollan anomalías que las hacen atacar la piel.

Signos y Síntomas: Puede provocar enrojecimiento de la piel similar a una erupción, manchas redondas ligeramente elevadas o escamosas en la piel y, a veces, tumores de la piel.

Existen varios tipos de linfoma cutáneo de células T. El tipo más frecuente es la micosis fungoide. El síndrome de Sezary es un tipo menos frecuente que causa enrojecimiento de la piel en todo el cuerpo.

Los tratamientos pueden incluir cremas para la piel, fototerapia, radioterapia y medicamentos sistémicos, como la quimioterapia.

MODALIDAD O TÉCNICA RADIOTERAPÉUTICA:

La radioterapia externa con ortovoltaje ha sido uno de los tratamientos más utilizados, a pesar de su reciente desuso. Se utiliza en lesiones muy superficiales (<5 mm de profundidad) y maneja un rango de energía de rayos X de 75 a 125 Kv, los rayos X que pierden un 10% de su energía después de 0.5 cm de trayectoria, por lo que en lesiones profundas no es recomendable.

El tratamiento con electrones y acelerador lineal ha desplazado la radiación con ortovoltaje por sus ventajas en relación con la gama de energías que se pueden emplear desde 6 a 20 MeV, aunque en realidad la energía utilizada va de 6 a 10 MeV.

El haz de electrones provee una cobertura homogénea del sitio de radiación, con una rápida caída de la dosis después de una profundidad prescrita. Se debe tener en consideración que el volumen de radiación debe cubrirse con la curva de isodosis del 90%, por lo que la profundidad del tumor no puede recibir menos de dicho porcentaje en superficie.

En el caso de sitios irregulares, como orejas o nariz, hay que considerar el uso de técnicas con compensadores o conformadores para mejorar la homogeneidad de la dosis.

Baño de Electrones: La radioterapia por rayos de electrones se utiliza para tratar el linfoma de piel (linfoma cutáneo). Los electrones no penetran profundamente en el cuerpo.

La dosis de radiación en los tejidos más profundos es mínima.

Hay 2 formas en que se puede administrar la radioterapia por rayos de electrones:

1. **Tratamiento de manchas.** Esto es cuando se tratan una o más manchas en el cuerpo. Si le van a realizar el tratamiento de manchas, es probable que se someta a un procedimiento de planeación que se denomina simulación, antes de comenzar el tratamiento.
2. **Terapia total de la piel con rayos de electrones (TSEB).** Consiste en tratar toda la superficie de la piel. Si le van a realizar la terapia TSEB, no tendrá que hacer el procedimiento de planeación para su tratamiento. Esto se debe a que tratarán toda la superficie de la piel. Es posible que tenga tratamientos adicionales llamados tratamientos de compensación, que se hacen para asegurarse de que cada zona de la piel reciba el tratamiento.



SIMULACIÓN:

Según la zona del cuerpo que se esté tratando, puede tener que acostarse boca arriba o boca abajo. Los brazos podrían estar elevados sobre la cabeza o a los costados. La posición en la que se encuentre durante su simulación será la misma en la que se encontrará para los tratamientos de las manchas.

La protección del tejido sano adyacente y de los órganos con riesgo de irradiación es particularmente importante en el tratamiento del cáncer de piel localizado en las regiones de cabeza y cuello. Se colocan moldes de protección de materiales como plomo, bismuto o tungsteno directamente sobre la superficie cutánea y protegiendo las zonas específicamente determinadas. Se requieren protecciones específicas para el tratamiento de tumores localizados en las zonas de los ojos, la nariz, los labios y la oreja.

Dosis del orden de 5–10 Gy pueden llegar a producir cataratas en el cristalino; para evitar este efecto secundario se suelen colocar lentillas de tungsteno debajo de los párpados, cada día antes de la sesión de tratamiento, para proteger las estructuras superficiales del ojo y las lentes oculares.

CAPITULO III

3.1. Supuestos de la investigación

En base a los objetivos propuestos en el planteamiento del problema, se elaboró un conjunto de supuestos correspondientes a los objetivos específicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir el contenido teórico implementado en la carrera de radiología e imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia.

Supuesto 1: El contenido teórico implementado en la carrera de radiología e imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia externa abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo.

Supuesto 2: El contenido teórico implementado en la carrera de radiología e imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia interna abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo.

2. Identificar el nivel de conocimientos de los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes acerca de las diferentes técnicas e instrumentos utilizados en radioterapia

Supuesto 3: El nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes es adecuado con respecto a las diferentes técnicas de tratamiento utilizadas en radioterapia externa.

Supuesto 4: El nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes es adecuado con respecto a los diferentes instrumentos utilizados en radioterapia externa.

3. Analizar las diferencias encontradas entre la teoría impartida por la carrera de radiología e imágenes y la práctica clínica ejecutada por los estudiantes.

Supuesto 5: Las prácticas clínicas ayudan a que los estudiantes asimilen la teoría de la radioterapia.

Supuesto 6: El manejo de la teoría impartida de radioterapia permite que los estudiantes obtengan mayor precisión en la ejecución de los protocolos.

3.2. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Valores
Describir el contenido teórico implementado en la carrera de radiología e imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia.	Contenido teórico	Contenido: objeto o asunto de que se trata alguna cosa. Teórico: perteneciente o relativo a la teoría. Teoría: conocimiento especulativo considerado como independencia de toda aplicación.	Conocimiento teórico considerado objeto o asunto de aplicación, busca establecer una guía con respecto a la información disponible para el desarrollo del componente de radioterapia.	Radioterapia	- Definición
				Efectos biológicos de la radiación	
				Fase física	-Ionización y excitación
				Fase química	-Inactivación de los radicales libres
				Fase biológica	-Muerte celular o mitosis
				Las 5 r de la radioterapia: Reparación, Redistribución, Repoblación, Re-oxigenación, Radiosensibilidad.	- Definición
				Efectos tisulares luego de la irradiación	- Hematopoyético. - Gastrointestinal. - Sistema nervioso central.
				Simulación	-Definición
				Tipos	-Convencional y virtual
				Equipos	-Fluoroscopio: tubo de rayos x, mesa, láseres externos -TAC simulador: gantry, mesa, láseres internos y externos
				Accesorios de inmovilización	-Sistema de máscara termoplástica -Plano inclinado -Inmovilizador de tórax -Inmovilizadores de pelvis, rodillas y pies -Colchón de vacío
				Etapas básicas de la simulación	-Descripción
				Modalidades de radioterapia	
-Teleterapia	-Definición				
Equipos de tratamiento en radioterapia externa (teleterapia)					
-Unidades de kilovoltaje	-Generador y tubo de rayos X				

				-Unidades de cobalto	-Fuente de Cobalto 60, Gantry, colimador rotatorio, mesa
				-Acelerador lineal (LINAC)	-Campo electromagnético, cañón de electrones, guía de ondas aceleradoras, colimador de multiláminas, visión portal y brazo giratorio.
				Modalidades de tratamiento de radioterapia externa -Radioterapia 2D y 3D -Radioterapia de intensidad modulada -Arcoterapia volumétrica modulada -Radioterapia guiada por imágenes	- Definición
				-Radiocirugía estereotáxica	- Definición
				Equipos	-Rayos gamma -Acelerador lineal (LINAC) -Proton Beam
				Braquiterapia	- Definición
				-Tipos según aplicación	-Manual y Automatizada
				-Tipos de aplicaciones clínicas	- Sistema de carga diferida -De baja y media tasa de dosis -De alta tasa de dosis
					-Bolus
				- Fuentes radiactivas	-Cesio 137, Iridio 192, Yodo 125, Oro 198, Paladio 103
				Técnica radioterapéutica, Simulación y Tipo de inmovilización. - C.A de Cabeza y cuello - C.A de Mama. - C.A Cérvico- uterino. - C.A de Próstata. - C.A de Pulmón. - Linfoma cutáneo.	-Definición -Técnicas de irradiación -Simulación

Identificar el nivel de conocimientos de los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes acerca de las diferentes técnicas e instrumentos utilizados en radioterapia.	Nivel de conocimientos	Nivel: grado o altura que alcanzan ciertos aspectos de la vida social. Categoría o rango. Conocimiento: acción y efecto de conocer, es decir, adquirir información valiosa para comprender la realidad por medio de la razón el entendimiento y la inteligencia, resultado de un proceso de aprendizaje.	Grado en que los estudiantes adquieren información valiosa por medio de un proceso de enseñanza-aprendizaje, para la comprensión de técnicas e instrumentos usados en un servicio de radioterapia.	Radioterapia	- Definición
				Efectos biológicos de la radiación	
				Fase física	-Ionización y excitación
				Fase química	-Inactivación de los radicales libres
				Fase biológica	-Muerte celular o mitosis
				Las 5 r de la radioterapia: Reparación, Redistribución, Repoblación, Reoxigenación, Radiosensibilidad.	- Definición
				Efectos tisulares luego de la irradiación	- Hematopoyético. - Gastrointestinal. - Sistema nervioso central.
				Simulación	-Definición
				Tipos	-Convencional y virtual
				Equipos	-Fluoroscopio: tubo de rayos x, mesa, láseres externos -TAC simulador: gantry, mesa, láseres internos y externos
				Accesorios de inmovilización	-Sistema de máscara termoplástica -Plano inclinado -Inmovilizador de tórax -Inmovilizadores de pelvis, rodillas y pies -Colchón de vacío -Bolus
				Etapas básicas de la simulación	-Descripción
				Modalidades de radioterapia	
				-Teleterapia	-Definición
Equipos de tratamiento en radioterapia externa (teleterapia)					
-Unidades de kilovoltaje	-Generador y tubo de rayos X				

				-Unidades de cobalto	-Fuente de Cobalto 60, Gantry, colimador rotatorio, mesa
				-Acelerador lineal (LINAC)	-Campo electromagnético, cañón de electrones, guía de ondas aceleradoras, colimador de multiláminas, visión portal y brazo giratorio.
				Modalidades de tratamiento de radioterapia externa	- Definición
				-Radioterapia 2D y 3D	
				-Radioterapia de intensidad modulada	
				-Arcoterapia volumétrica modulada	
				-Radioterapia guiada por imágenes	
				-Radiocirugía estereotáxica	- Definición
				Equipos	-Rayos gamma -Acelerador lineal (LINAC) -Proton Beam
				Braquiterapia	- Definición
				-Tipos según aplicación	-Manual y Automatizada
				-Tipos de aplicaciones clínicas	- Sistema de carga diferida -De baja y media tasa de dosis -De alta tasa de dosis
				- Fuentes radiactivas	-Cesio 137, Iridio 192, Yodo 125, Oro 198, Paladio 103
				Técnica radioterapéutica, Simulación y Tipo de inmovilización.	-Definición -Técnicas de irradiación -Simulación
				- C.A de Cabeza y cuello	
				- C.A de Mama.	
				- C.A Cérvico- uterino.	
				- C.A de Próstata.	
				- C.A de Pulmón.	
				- Linfoma cutáneo.	

Analizar las diferencias encontradas entre la teoría impartida por la carrera de radiología e imágenes y la práctica clínica ejecutada por los estudiantes.	Teoría aplicada	Teoría: conocimiento especulativo considerado como independencia de toda aplicación. Aplicado/a: aplicación o utilización de conocimientos adquiridos.	Aplicación del conocimiento adquirido, en el desarrollo de la práctica clínica dentro del área de radioterapia	Radioterapia	- Definición
				Efectos biológicos de la radiación	
				Fase física	-Ionización y excitación
				Fase química	-Inactivación de los radicales libres
				Fase biológica	-Muerte celular o mitosis
				Las 5 r de la radioterapia: Reparación, Redistribución, Repoblación, Re-oxigenación, Radiosensibilidad.	- Definición
				Efectos tisulares luego de la irradiación	- Hematopoyético. - Gastrointestinal. - Sistema nervioso central.
				Simulación	-Definición
				Tipos	-Convencional y virtual
				Equipos	-Fluoroscopio: tubo de rayos x, mesa, láseres externos -TAC simulador: gantry, mesa, láseres internos y externos
				Accesorios de inmovilización	-Sistema de máscara termoplástica -Plano inclinado -Inmovilizador de tórax -Inmovilizadores de pelvis, rodillas y pies -Colchón de vacío -Bolus
				Etapas básicas de la simulación	-Descripción
				Modalidades de radioterapia	
-Teleterapia	-Definición				
Equipos de tratamiento en radioterapia externa (teleterapia)					
-Unidades de kilovoltaje	-Generador y tubo de rayos X				

				-Unidades de cobalto	-Fuente de Cobalto 60, Gantry, colimador rotatorio, mesa
				-Acelerador lineal (LINAC)	-Campo electromagnético, cañón de electrones, guía de ondas aceleradoras, colimador de multiláminas, visión portal y brazo giratorio.
				Modalidades de tratamiento de radioterapia externa	- Definición
				-Radioterapia 2D y 3D	
				-Radioterapia de intensidad modulada	
				-Arcoterapia volumétrica modulada	
				-Radioterapia guiada por imágenes	
				-Radiocirugía estereotáxica	- Definición
				Equipos	-Rayos gamma -Acelerador lineal (LINAC) -Proton Beam
				Braquiterapia	- Definición
				-Tipos según aplicación	-Manual y Automatizada
				-Tipos de aplicaciones clínicas	- Sistema de carga diferida -De baja y media tasa de dosis -De alta tasa de dosis
				- Fuentes radiactivas	-Cesio 137, Iridio 192, Yodo 125, Oro 198, Paladio 103
				Técnica radioterapéutica, Simulación y Tipo de inmovilización.	-Definición -Técnicas de irradiación -Simulación
				- C.A de Cabeza y cuello	
				- C.A de Mama.	
				- C.A Cérvico- uterino.	
				- C.A de Próstata.	
				- C.A de Pulmón.	
				- Linfoma cutáneo.	

CAPITULO IV

4.1. Diseño Metodológico

4.1.1. Tipo de estudio

Método de investigación descriptiva: según el análisis y alcance de resultados, esta es la base y punto inicial, y está destinadas a determinar cómo es o cómo está la situación de las variables que se estudian en relación con las competencias teóricas del área de radioterapia y su ejecución en la práctica clínica de los estudiantes de la carrera de Radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador.

La investigación será tipo transversal: según el período y secuencia en que se estudian las variables simultáneamente por lo que en un determinado momento se hace un corte en el tiempo, y no se les dará continuidad a las variables luego de haber concluido la investigación.

Enfoque de la investigación

La investigación es de tipo cuantitativa ya que con esta se busca cuantificar el problema de la investigación a través de datos estadísticos para su posterior análisis.

4.1.2. Área de estudio

Carrera de Licenciatura en Radiología e Imágenes, Facultad de Medicina ubicada en final, 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador.

4.1.3. Universo y muestra

Universo: Estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes, de la facultad de medicina, de la Universidad de El Salvador.

Muestra: 42 Estudiantes egresados del año lectivo 2023 y 35 estudiantes de módulo IX, ciclo 01-2024 de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador.

4.1.4. Criterios de Inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Estudiantes egresados de la carrera de Radiología e Imágenes en el año lectivo 2023.
- Estudiantes de módulo IX-2024, de la carrera de Radiología e Imágenes.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de los diferentes niveles modulares que no han recibido teoría de Radioterapia.
- Estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes que hayan participado en la prueba piloto.

4.1.5. Método y recursos

Científico: Se aplicó el método científico puesto que la investigación se realizó en etapas para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico con el manejo de instrumentos viables para obtener información sobre los conocimientos que tienen los estudiantes sobre el área de radioterapia en relación con su ejecución en la práctica.

Estadístico: Se empleó para el manejo de los datos cuantitativos en porcentual de supuestos y así poder realizar el análisis con una muestra de datos.

4.1.6. Técnicas, instrumentos

Encuesta.

Es un proceso de obtención de datos mediante preguntas cerradas y específicas acerca de las variables que se definen del fenómeno a investigar, las cuales son: variable dependiente “COMPETENCIAS TEÓRICAS” y la variable independiente “EJECUCIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA”.

Observación.

Es una técnica de investigación que permite obtener un registro visual de una situación real para identificar la presencia o ausencia de conocimientos, destrezas o conductas según el problema de investigación.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**Guía de encuesta**

La encuesta es de tipo estructurada dicho formulario consta de 32 preguntas de tipo cerradas, que se realizan mediante un formulario en línea. Utilizando el instrumento de: Cuestionario Cuantitativo, se realizó una serie de preguntas dirigidas a estudiantes de Radiología e Imágenes que actualmente cursan módulo IX, y estudiantes egresados en 2023 con el fin de recopilar información verídica.

Guía de observación

Se realizó un listado de indicadores redactados como afirmaciones que ayudó a evaluar el proceso enseñanza- aprendizaje de un estudiante practicante con el fin de recopilar información verídica utilizando el instrumento de: Lista de chequeo. Este instrumento se aplicó únicamente a estudiantes de módulo IX-2024, de la carrera de Radiología e Imágenes.

4.1.7. Validación de los instrumentos: Prueba piloto**PROCESAMIENTO DE DATOS.**

Procesamiento de datos para estudiantes incluidos en la muestra:

1. Se realizó una prueba piloto de manera virtual en la plataforma de Google Forms.
2. Posteriormente se realizó la encuesta oficial vía virtual, accediendo mediante un enlace que se les proporciono en el cual ingresaron con sus respectivos correos institucionales, utilizando Google Forms
3. Finalmente se procesarán los datos según los resultados obtenidos.

4.1.8. Procedimiento recolección de datos

Guía de encuesta

La encuesta se llevó a cabo vía virtual utilizando la plataforma de Google Forms, dicho cuestionario estuvo realizado de la siguiente manera, se asignó un integrante del grupo investigador para que enviar la encuesta vía correo electrónico a cada uno de los participantes que se encuestaron, consta de 1 ítem general en el cual se preguntó el sexo de cada participante y consta de 32 preguntas cerradas, donde los encuestados denotaron la información que fue procesada posteriormente con ayuda de Google Forms, la base de esta plataforma entrega un estimado del total de respuestas por cada pregunta que más adelante fue tanto interpretada como analizada para ser convertida a gráficos y dar mayor comprensión de los resultados obtenidos.

Guía de observación

La observación se llevó a cabo mediante los integrantes del grupo investigador para realizar una visita en los lugares que los estudiantes que se encontraban realizando sus prácticas de Radioterapia, dicha visita se realizó en el turno matutino y para ello se solicitó permiso a la jefatura por medio de una carta, una vez obtenido la aprobación, se presentaron los investigadores asignados con la guía de observación. La obtención de datos se llevó a cabo a través de la guía de observación que es de tipo semiestructurada y que consta de 32 preguntas, dicha guía se completó mediante la observación que realizaron los investigadores con el fin de recopilar información verídica sobre:

- Si los estudiantes investigados conocen el contenido teórico implementado en el componente.
- Si poseen un nivel de conocimiento adecuado sobre las diferentes técnicas e instrumentos.
- Si los estudiantes implementan la teoría en la práctica.

4.1.9. Recursos

- Humanos: Los integrantes del grupo investigador quienes son los encargados del desarrollo de la investigación.
- Materiales: Computadoras, papel, lapiceros, folders, folletos, libros de apoyo.
- Financieros: El desarrollo de la investigación fue financiado por el grupo investigador, se distribuyeron los gastos sin mayor inconveniente.

4.1.10. Plan de tabulación de la información

Una vez son recolectados los datos por medio del instrumento se procedió a elaborar tablas de distribución de frecuencia y gráficos de pastel para demostrar los resultados que se obtuvieron en el estudio y para la elaboración de las tablas, gráficos e interpretación de los resultados se utilizaron los programas de Microsoft Word y Excel.

Tabla de frecuencias.

Para una mejor apreciación los resultados se presentaron en la siguiente tabla de frecuencias los datos percibidos de orden general de la población encuestada:

NOMBRE DE LA TABLA		
Opción	Fr	F%
Sí		
No		
TOTAL		100%

4.1.11. Plan de análisis de los resultados

Plan estadístico para la tabulación de datos

La tabulación se desarrolló mediante la ayuda de la plataforma de Google Forms que entrega un estimado del total de respuestas ordenado en tablas de frecuencia simples y representadas

en gráficos de pastel. Además, se usó el programa informático, Microsoft Excel en el que se empleó una fórmula matemática dentro del programa para representar porcentualmente los datos e información recolectada.

Análisis de datos

Posteriormente a la recolección y vaciado de datos el grupo procedió al análisis e interpretación de datos con base al programa estadístico, utilizando Microsoft Office en su herramienta de Excel. Lo anterior ayudó a elaborar las conclusiones y las recomendaciones debidas.

Viabilidad de los supuestos de investigación.

La comprobación de los supuestos se hizo en forma cuantitativa, para lo cual se estableció un cuestionario que permitió indagar como se desarrollan los alumnos de Radiología e Imágenes en la aplicación de la radioterapia. Cada cuestionario fue diseñado de tal manera que cada una de las preguntas responda a las interrogantes planteadas.

Se utiliza el estudio de la media aritmética porcentual con el que se realizó la sumatoria del conjunto de los resultados para así determinar el valor promedio de las posibles respuestas a cada una de las interrogantes del cuestionario y dar lugar a la aceptación o negación de los supuestos.

$$X\% = \frac{\sum Xi\%}{n}$$

Simbología.

$X\%$ = Media aritmética porcentual

$\sum Xi\%$ = Sumatoria de las frecuencias porcentuales.

n = Total de datos.

Para una mejor operación, los resultados de cada supuesto se presentaron en la siguiente tabla.

N°	Opción	Fr	F%
	Sí		
	No		
	Total.		
			$\frac{X\% = \sum Xi\%}{n}$

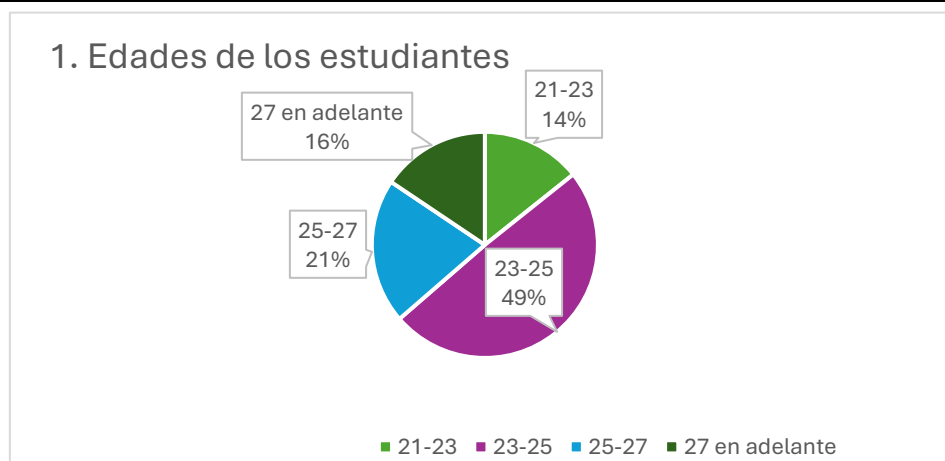
Es necesario mencionar que a continuación se presentaran fundamentos para la aceptación o rechazo de los supuestos antes establecidos, a criterio de los investigadores los niveles de aprobación de los supuestos se destinó que se darán por aceptados cuando el resultado supere el 80%.

CAPITULO V

5.1. Presentación y análisis de resultados.

Tabla 1: Edad de los estudiantes.

Opciones	Fr	Fr%
21-23	11	14.3%
23-25	38	49.35%
25-27	16	20.77%
27 en adelante	12	15.58%
Total	77	100%



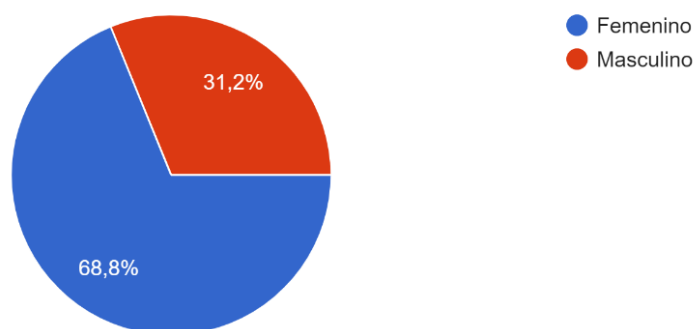
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que del 100% de los encuestados, los resultados mostraron que el 49.35% de los encuestados pertenecen al rango de edades de entre 23 a 25 años, el 20.77% tienen edades de 25 a 27 años, un 15.58% están en el rango de edad de 27 años o más, y un 14.3% poseen edades de entre 21 a 23 años. El promedio de edades de los estudiantes oscila entre 23 a 25, años esto es debido a que mayormente los estudiantes culminan su bachillerato de 18 a 20 años lo que prolonga el avance de edades durante el período que cursan la carrera.

Tabla 2: Sexo de los Estudiantes.

Opciones	Fr	Fr%
Femenino	53	68.8%
Masculino	24	31.2%
Total	77	100%

2. Sexo de los estudiantes elegidos que participaron en la encuesta.

77 respuestas



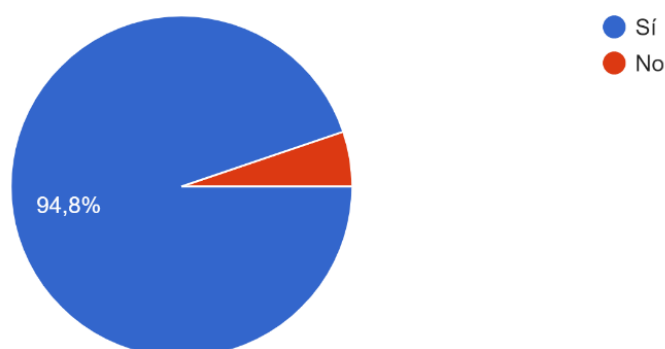
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que del 100% de los encuestados, 68.8% son de sexo femenino. El 31.2% son de sexo masculino. Marquina y García (12), estudiaron la matrícula y la titulación de la educación superior en El Salvador desde la óptica de perspectiva de género, concluyendo que las mujeres ingresan a carreras conocidas tradicionalmente como femeninas: educación, áreas de la salud y ciencias sociales. Según Rivas y Núñez (13), que estudiaron las brechas de género en la UES, en ciencias de la salud, carrera de servicio, predominan tanto en docentes como en estudiantes, las mujeres con un porcentaje mayor de la representación y con un menor porcentaje de representación masculina, dicha disparidad refuerza los estereotipos de género: las mujeres para el cuidado de las y los demás.

Tabla 3: Concepto de Radioterapia.

Opciones	Fr	Fr%
Si	73	94.8%
No	4	5.2%
Total	77	100%

3. Definición de Radioterapia

77 respuestas

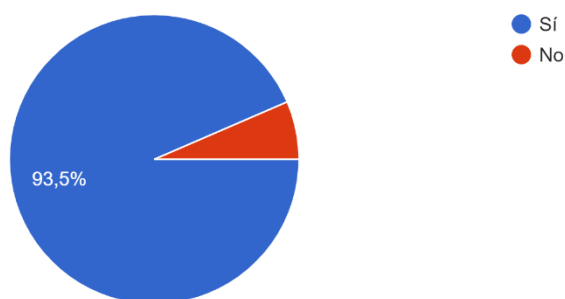


En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 94.8% considera correcto que la radioterapia es un tratamiento del cáncer que usa alta dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores; el 5.2% consideran esa afirmación incorrecta. La radioterapia es un tratamiento del cáncer que usa altas dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores. Es importante que se tenga conocimiento sobre la definición de radioterapia para facilitar la comunicación efectiva entre otros profesionales de la salud, además permite poder explicar el funcionamiento a pacientes y familiares para proporcionar tranquilidad al conocer los objetivos del tratamiento y su propósito, también implica conocer los posibles efectos secundarios y cómo tomar decisiones en consecuencia.

Tabla 4: Conocimiento de los efectos biológicos que produce la radiación en el área de radioterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	72	93.5%
No	5	6.5%
Total	77	100%

4. Identificación de los efectos biológicos que produce la radiación en el área de radioterapia
77 respuestas



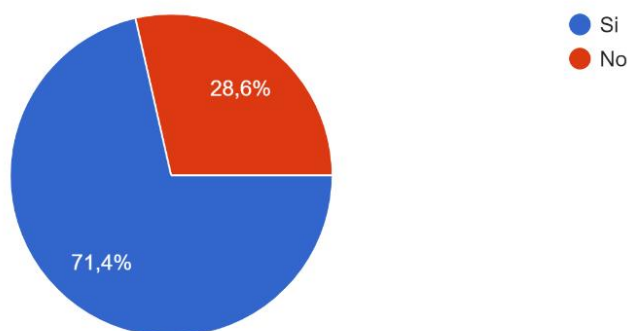
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que del 100% de los encuestados, el 93.5% afirman tener conocimiento de los efectos biológicos de la radiación en radioterapia y el 6.5% desconoce estos efectos biológicos. Los efectos de la radioterapia se observan tanto en el tumor como en los tejidos sanos dentro o cerca del volumen de tratamiento, la radiación causa dos tipos de daño celular, directo o indirecto, el primero caracterizado por varios tipos de lesiones al ADN, mientras que el daño indirecto ocurre al producir ionización y excitación de átomos y moléculas que se pueden convertir en radicales libres. Conocer estos efectos producidos por la radiación en radioterapia permite a los profesionales optimizar el tratamiento, generando dosis ajustadas que maximizan la eficacia del tratamiento y minimizan el daño a los tejidos sanos adyacentes, también ayuda a identificar de manera temprana posibles complicaciones e implementar medidas preventivas para evitar problemas graves.

Tabla 5: Efectos biológicos de la radiación: Fase química

Opciones	Fr	Fr%
Si	55	71.4%
No	22	28.6%
Total	77	100%

5. Definición de fase química.

77 respuestas



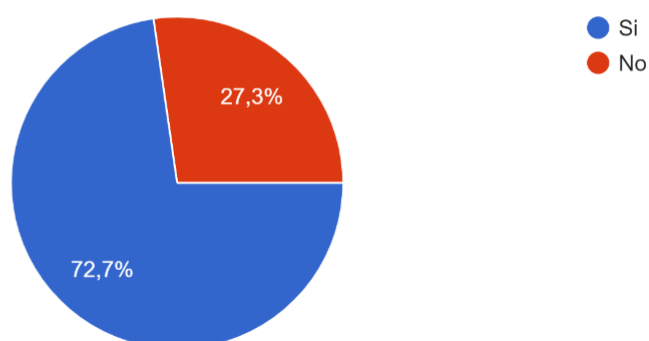
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 71.4% está de acuerdo en que la fase química pertenece a los efectos biológicos de la radiación y en ésta se producen la inactivación de los radicales libres, el 28.6% de los encuestados no está de acuerdo con dicha afirmación. La acción biológica de la radiación se estructura en tres etapas que transcurren secuencialmente tras la interacción de la radiación con la materia: etapas física, química y biológica. Durante la fase química, se tiene lugar a reacciones de inactivación de los radicales libres y de fijación para estabilizar la molécula. Los radicales libres que reaccionan con moléculas vecinas producen daño secundario al ADN.

Tabla 6: Las 5 R de la radioterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	56	72.7%
No	21	27.3%
Total	77	100%

6. Reconoce las 5 R de la radioterapia.

77 respuestas



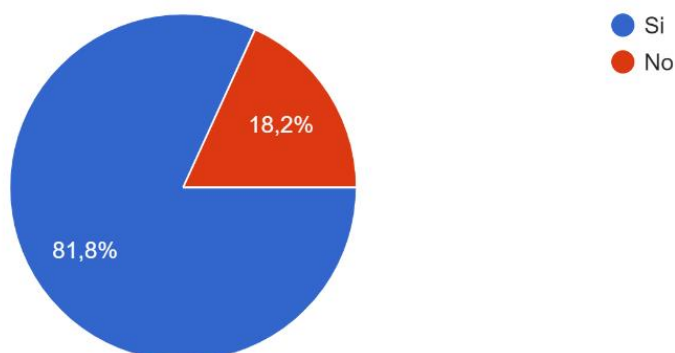
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 72.7% afirman que las 5 R de la radioterapia son: Reparación, Redistribución, Repoblación, Re-oxigenación, Radiosensibilidad, el 27.3% de los encuestados niegan esa aseveración. Los efectos biológicos más significativos que influyen en la respuesta de los tumores o los tejidos sanos a la radiación se conocen como las 5R de la radiobiología: Reparación, Redistribución, Repoblación, Re-oxigenación, Radiosensibilidad. Es crucial conocer las 5R de la radioterapia para poder comprender como afectan estos factores en la respuesta a la radioterapia y cómo ayudan a maximizar la eficacia del tratamiento y minimizar los efectos adversos.

Tabla 7: Síndromes post irradiación.

Opciones	Fr	Fr%
Si	63	81.8%
No	14	18.2%
Total	77	100%

7. Identificación de los tres síndromes post irradiación.

77 respuestas



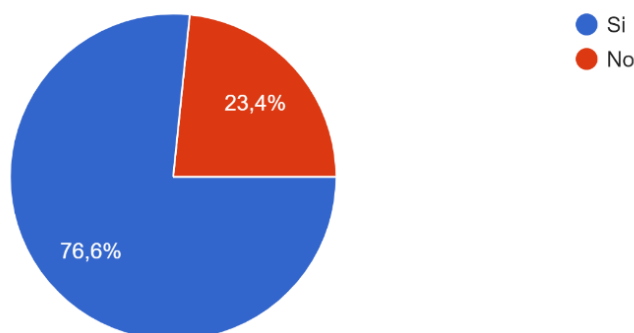
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 81.8% consideran correcto que en la acción biológica de la radiación se diferencian tres síndromes: Hematopoyético, Gastrointestinal, Sistema nervioso central, que transcurren secuencialmente posterior a la irradiación; el 18.2% de los encuestados consideran la afirmación incorrecta. En función del órgano que contribuye mayoritariamente a la muerte del individuo, se diferencian tres síndromes post-irradiación: Hematopoyético, Gastrointestinal, Sistema nervioso central. Es importante que los profesionales que se encargan de aplicar los tratamientos diarios a los pacientes estén alertas ante cualquiera de los síntomas tempranos para tomar las medidas preventivas para la seguridad de los pacientes.

Tabla 8: Las modalidades de tratamiento de radioterapia externa

Opciones	Fr	Fr%
Si	59	76.6%
No	18	23.4%
Total	77	100%

8. Conocimiento de las modalidades de tratamiento de radioterapia externa.

77 respuestas



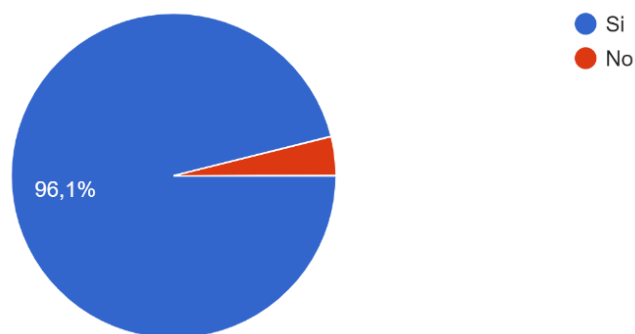
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 76.6% afirman que las modalidades de tratamiento de radioterapia externa son GTV, CTV, PTV; el 23.4% de los encuestados lo niegan. Es de suma importancia saber identificar las modalidades de tratamiento de radioterapia externa en las que podemos mencionar las modalidades IMRT, 3D-CRT, VMAT, IGRT, SBRT/SRS, tienen características específicas que las hacen adecuadas para diferentes tipos y ubicaciones de tumores. Técnicas como IMRT y SBRT ofrecen alta precisión en la entrega de radiación, maximizando la dosis al tumor y minimizando el daño a tejidos sanos circundantes. Asimismo, deben conocerse los términos de planificación de volumen de tratamiento como: dosis al volumen grueso tumoral (GTV), dosis al volumen tumoral (CTV), dosis al volumen tumoral planeado (PTV).

Tabla 9: Modalidades de radioterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	74	96.1%
No	3	3.9%
Total	77	100%

9. Conoce las modalidades de radioterapia.

77 respuestas



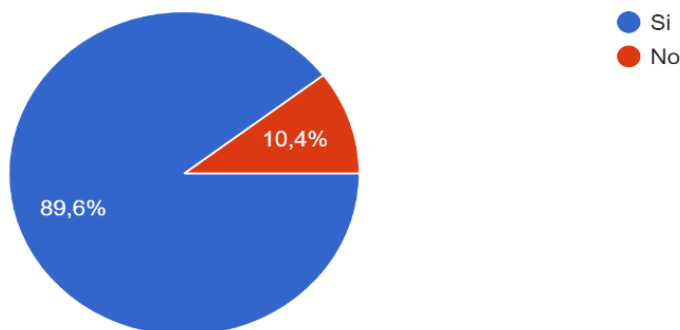
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 96.1% afirman que las modalidades de radioterapia son la Teleterapia y la Braquiterapia; el 3.9% de los encuestados lo niegan. En radioterapia existen dos modalidades de tratamiento: Radioterapia externa, también llamada Teleterapia y Radioterapia interna, conocida como Braquiterapia. Cada modalidad requiere una planificación específica y debe aplicarse conforme a protocolos clínicos para garantizar la calidad y seguridad del tratamiento. Es importante conocer los diferentes tipos de modalidades de radioterapia, los equipos que se utilizan en cada uno y las formas de administración que se operan.

Tabla 10: Equipos que se usan en simulación

Opciones	Fr	Fr%
Si	69	89.6%
No	8	10.4%
Total	77	100%

10. Identifica los equipos que se usan en simulación.

77 respuestas



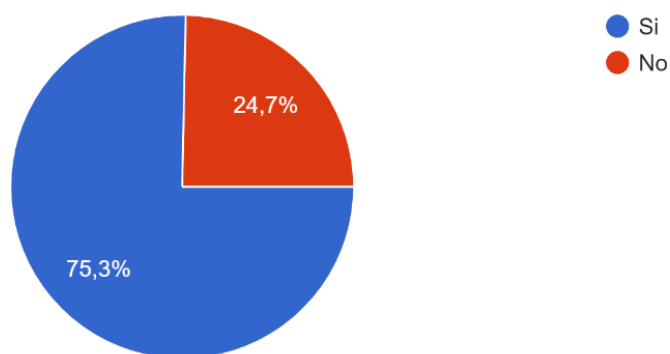
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 89.6% afirman que son capaces de identificar cuáles son los equipos que se usan en simulación; el 10.4% de los encuestados dicen ser incapaces de identificar dichos equipos. La simulación convencional, parte de la adquisición de imágenes planas de rayos X, y la simulación TC, que implica el uso de un equipamiento más complejo y se basa en imágenes tridimensionales generadas por un equipo de tomografía computarizada (TC). Es importante conocer que equipos de obtención de imágenes, inmovilización, y de marcación de isocentros se utilizan en la simulación, que es una etapa fundamental del proceso de planificación de tratamiento de radioterapia para que los estudiantes pueden comprender como se prepara el tratamiento de los pacientes y como esta etapa ayuda a que médicos y físicos puedan visualizar el área donde está la lesión y planificar el tratamiento con suma precisión.

Tabla 11: Equipos de tratamiento en Teleterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	58	75.3%
No	19	24.7%
Total	77	100%

11. Identifica los equipos de tratamiento en Teleterapia.

77 respuestas



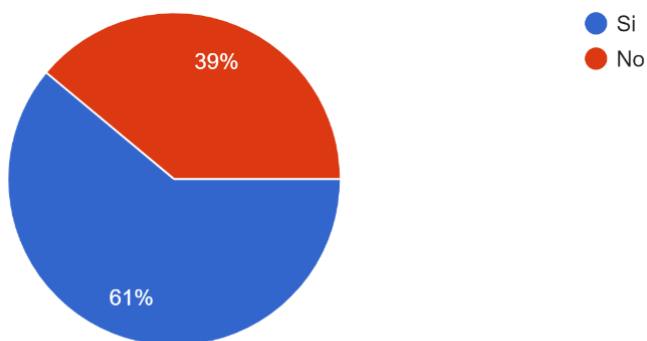
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 75.3% consideran correcto que los equipos de tratamiento en Teleterapia son: Unidades de kilovoltaje, Unidades de cobalto, Acelerador lineal (LINAC); el 24.7% considera la anterior afirmación incorrecta. En Teleterapia, la fuente de irradiación está a cierta distancia del paciente en equipos de grandes dimensiones, como son las unidades de Cobalto 60 (Co60) y acelerador lineal (LINAC). Las unidades de kilovoltaje son equipo de terapia superficial consiste en un generador y un tubo de rayos X. Su principal característica es administrar una dosis de radiación solo en las capas más superficiales de la piel o próximas a ella, estos equipos se utilizan para tratamientos de lesiones cutáneas.

Tabla 12: Elementos de un LINAC

Opciones	Fr	Fr%
Si	47	61%
No	30	39%
Total	77	100%

12. Reconoce los elementos de un LINAC.

77 respuestas



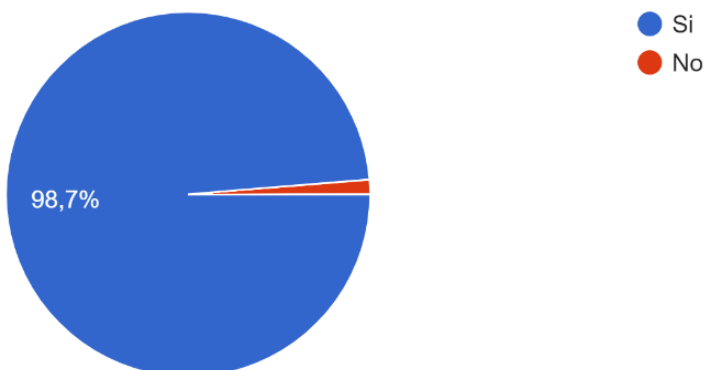
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 61% afirman que los elementos de un LINAC son: fuente de cobalto 60, gantry, colimador rotatorio y mesa; el 39% indica que dichos elementos no pertenecen a un LINAC. Un acelerador lineal (LINAC) es el dispositivo más común que se utiliza para dar radioterapia externa, estos equipos generan haces de electrones y rayos X de alta energías. Los elementos que conforman el equipo de aceleradores lineales son: Campo electromagnético, Cañón de electrones, Guía de ondas aceleradoras, Imán focalizador, Colimador de multilámina, Radiación sobre el tumor (brazo giratorio), Visión portal.

Tabla 13: Definición de braquiterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	76	98.7%
No	1	1.3%
Total	77	100%

13. Concepto de Braquiterapia.

77 respuestas



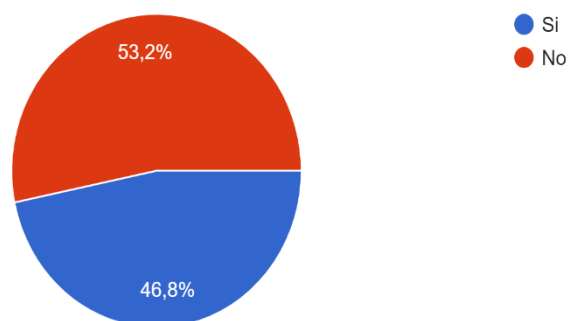
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 98.7% asevera que la braquiterapia es una variante de radioterapia en la que las fuentes de radiación están en contacto con el tejido a irradiar o dentro de una cavidad o lumen de un órgano del cuerpo; el 1.3% está en desacuerdo con la anterior afirmación. En Braquiterapia la fuente de radiación se coloca dentro, o muy próxima al tejido a tratar. La radiación se administra por medio de la colocación de pequeñas fuentes de material radiactivo en forma de agujas, tubos, alambres o semillas dentro o próximo al volumen de interés. Se utilizan en forma de colocación intersticial (agujas en el seno de los tejidos) o intracavitaria.

Tabla 14: Fuentes radiactivas usadas en braquiterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	36	46.8%
No	41	53.2%
Total	77	100%

14. Conocimiento de las fuentes radiactivas usadas en braquiterapia.

77 respuestas



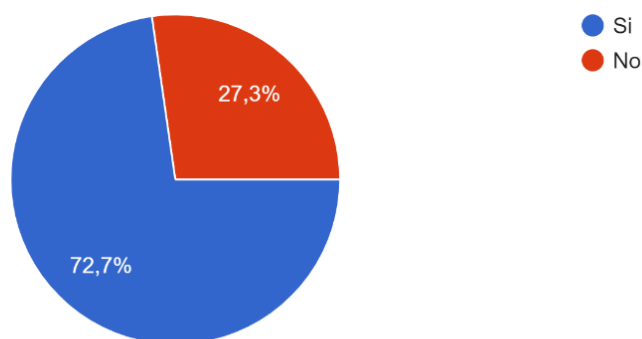
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 53.2% indican que es incorrecto que el Tecnecio 99, Iridio-192, Cobalto 60 son fuentes radiactivas usadas en braquiterapia; el 46.8% consideran que mencionadas fuentes radiactivas son las que se usan en braquiterapia. La fuente radioactiva usada en braquiterapia siempre está contenida en un aplicador y, es el aplicador el que se coloca dentro del paciente. Como material radiactivo se utiliza Iridio 192, Iodo 125, Paladio 103, Cesio 137, entre otros.

Tabla 15: Aplicaciones clínicas en braquiterapia.

Opciones	Fr	Fr%
Si	56	72.7%
No	21	27.3%
Total	77	100%

15. Tipos de aplicaciones clínicas en Braquiterapia.

77 respuestas



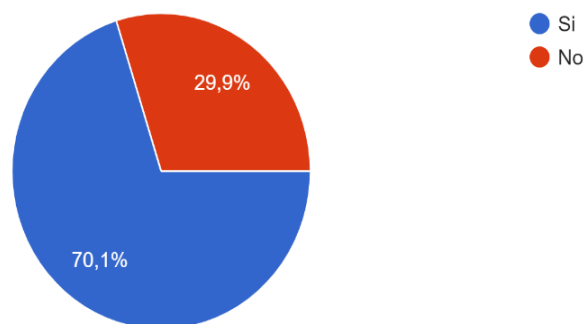
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 72.7% afirma que los tipos de aplicaciones clínicas de la braquiterapia son de: alta tasa de dosis, de baja tasa de dosis, de implantes permanentes y de fuentes no selladas. El 27.3% de los encuestado están en desacuerdo con esto. En braquiterapia se distinguen en general cuatro tipos de aplicaciones clínicas, estas son Braquiterapia de Baja Tasa de Dosis se utiliza para aplicaciones ginecológicas, en esta modalidad terapéutica se insertan radioisótopos, sellados o no sellados, en el tumor maligno o en los tejidos circundantes (14), de Alta Tasa de Dosis, que utiliza equipos con fuente de Iridio 192, de Implantes permanentes, se ocupa el Yodo 125, utilizado en forma de semillas que se emplea en el tratamiento del cáncer de próstata mediante implantes permanentes.

Tabla 16: Característica de la Braquiterapia.

Opciones	Fr	Fr%
Si	54	70.1%
No	23	29.9%
Total	77	100%

16. Determinación de la Braquiterapia.

77 respuestas



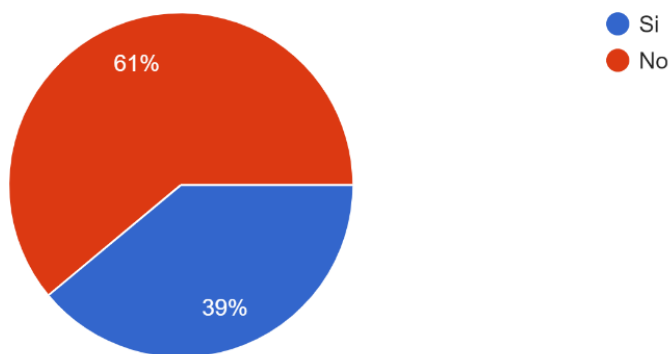
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 70.1% están de acuerdo en que la braquiterapia se caracteriza por una rápida bajada en la dosis al alejarse la fuente, ajustándose a la ley del inverso cuadrado lo que resulta benéfico para los tejidos circundantes, el 29.9% está en desacuerdo con esta afirmación. En braquiterapia la fuente de radiación se coloca dentro, o muy próxima al tejido a tratar. La radiación se aplica en forma más directa al tumor y se caracteriza por una rápida caída de dosis al alejarse de la fuente, ajustándose a la ley del cuadrado inverso, hecho benéfico para los tejidos circundantes.

Tabla 17: Significado de las siglas VMAT

Opciones	Fr	Fr%
Si	30	39%
No	47	61%
Total	77	100%

17. Interpretación de las siglas VMAT.

77 respuestas



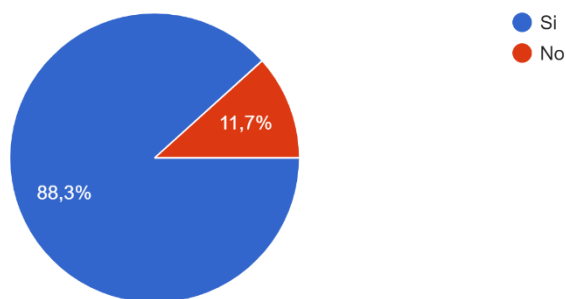
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 61% niega que las siglas VMAT significan “radioterapia guiada por imagen. El 39% está de acuerdo con esta conceptualización. La Arcoterapia Volumétrica Modulada (V-MAT), es una forma de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) en la que el acelerador lineal gira en arcos en torno al paciente, modulando la intensidad de la radiación y la velocidad del giro. Es importante para los profesionales en Radiología e Imágenes conocer la terminología usada en el área de radioterapia para tener mejor relación interdisciplinaria con los demás profesionales que aportan a la atención de los pacientes.

Tabla 18: Definición de radiocirugía estereotáctica (SBRT)

Opciones	Fr	Fr%
Si	68	88.3%
No	9	11.7%
Total	77	100%

18. Concepto de radiocirugía estereotáctica (SBRT).

77 respuestas



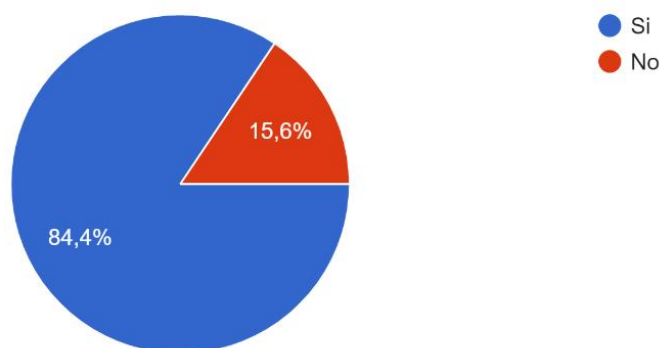
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 88.3% está de acuerdo en que la radiocirugía estereotáctica, es una forma de radioterapia muy precisa que entrega radiación en dosis muchas altas, en una o pocas sesiones. El 11.7% no se encuentra de acuerdo con esto. La radiocirugía estereotáctica (SRS), es una forma de radioterapia muy precisa, al principio se desarrolló para tratar tumores pequeños del cerebro teniendo un margen de error de sólo 1 o 2 mm, es una forma no quirúrgica que entrega radiación enfocada en dosis mucho más altas, y en sólo una o pocas sesiones, a diferencia de la radioterapia tradicional.

Tabla 19: Definición de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT)

Opciones	Fr	Fr%
Si	65	84.4%
No	12	15.6%
Total	77	100%

19. Descripción de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT)

77 respuestas



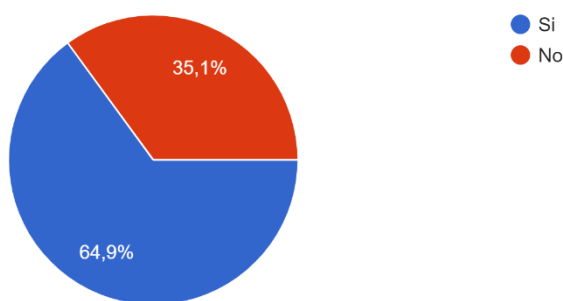
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 84.4% está de acuerdo en que la IMRT (radioterapia de intensidad modulada) permite generar distribuciones de dosis ajustadas a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación de la intensidad de los haces de radiación. El 15.6% no consideran que sea correcta esta aseveración. La IMRT permite generar distribuciones de dosis ajustadas a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación o control de la intensidad de los haces de radiación, logrando disminuir la exposición a dosis altas de los órganos críticos cercanos, consiguiendo una menor toxicidad del tratamiento lo que permite un incremento en las dosis aplicadas al volumen blanco para conseguir una mayor probabilidad de control tumoral, lo que se conoce como escalamiento de dosis.

Tabla 20: Modalidades de radiocirugía estereotáctica (SBRT)

Opciones	Fr	Fr%
Si	50	64.9%
No	27	35.1%
Total	77	100%

20. Identificación de las Modalidades de Radiocirugía estereotáctica (SBRT).

77 respuestas



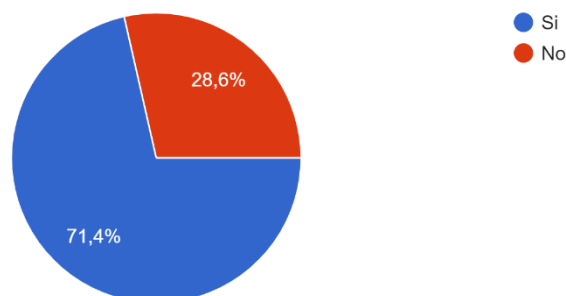
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 64.9% afirman que el bisturí de rayos gamma (GAMA KNIFE), el LINAC y Proton beam son modalidades de radiocirugía estereotáctica (SBRT). El 35.1% está en desacuerdo con esta afirmación. Existen tres modalidades básicas de equipo de radiocirugía estereotáctica, cada una de las cuales usa distintos instrumentos y fuentes de radiación: el bisturí de rayos gamma (Gamma Knife), usa 192 o 201 haces de rayos gamma sumamente enfocados todos dirigidos a la región objetiva. Las máquinas de acelerador lineal (LINAC), suministran rayos X de alta energía, también conocidos como fotones, puede realizar SRS en tumores más grandes en una sola sesión o en varias sesiones, que se llama radioterapia estereotáctica fraccionada. La radiocirugía de Proton beam o partículas de carga pesada tiene uso limitado en Norteamérica.

Tabla 21: Sesiones de tratamiento de la Radiocirugía estereotáctica fraccionada

Opciones	Fr	Fr%
Si	55	71.4%
No	22	28.6%
Total	77	100%

21. Aplicación de sesiones de tratamiento de la Radiocirugía estereotáctica fraccionada.

77 respuestas



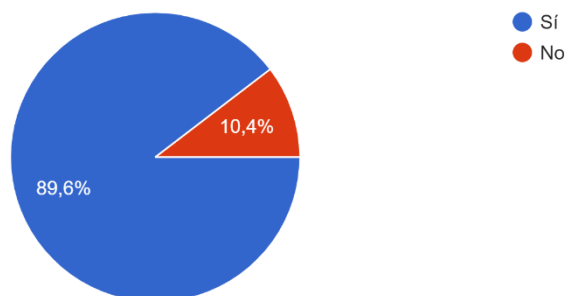
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 71.4% está de acuerdo en que la aplicación de radiocirugía estereotáctica fraccionada consiste en cinco sesiones de tratamiento administradas en un periodo de una a dos semanas. El 28.6% está en desacuerdo con la aplicación del tratamiento descrita. Típicamente el tratamiento consiste en cinco sesiones de tratamiento administradas dentro de un período de una a dos semanas. El tratamiento total puede durar menos de una hora o hasta por cuatro horas y en la mayoría de los casos, el paciente debe poder volver a casa poco después de terminar la sesión.

Tabla 22: Conocimiento de cuáles tratamientos se utiliza la máscara termoplástica.

Opciones	Fr	Fr%
Si	69	89.6%
No	8	10.4%
Total	77	100%

22. Comprensión de los tratamientos de Radioterapia en los que se utiliza la máscara termoplástica.

77 respuestas



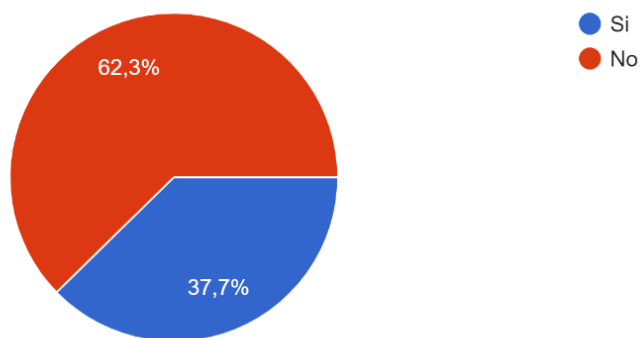
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 89.6% afirman saber en qué tratamientos de radioterapia se hace uso de la máscara termoplástica. El 10.4% no sabe en qué casos se debe de utilizar la máscara termoplástica. El material termoplástico se presenta en forma de malla con múltiples agujeros, para no producir claustrofobia a los pacientes, se utiliza sumergiendo el material en agua caliente lo que lo vuelve maleable y se puede colocar sobre la cabeza del paciente para moldearlo a ellos, principalmente se usa en el tratamiento de cáncer de cabeza y cuello.

Tabla 23: Tratamiento en el que se utiliza el plano inclinado.

Opciones	Fr	Fr%
Si	29	37.7%
No	48	62.3%
Total	77	100%

23. Terapia en el que se usa el plano inclinado.

77 respuestas



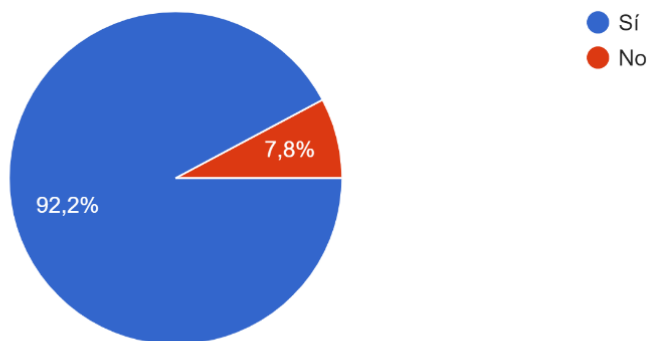
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 62.3% no está de acuerdo en que el plano inclinado sea un accesorio de inmovilización usado en simulación de pacientes con cáncer de cérvix. El 37.7% considera que el plano inclinado es un accesorio de inmovilización usado en simulación de pacientes con cáncer de cérvix. El plano inclinado se utiliza fundamentalmente para el tratamiento de la mama, aunque también es útil para lesiones pulmonares. La finalidad de este inmovilizador es situar la superficie anterior del tórax lo más paralela posible a la mesa de tratamiento.

Tabla 24: Casos en los que se utiliza la bolsa de vacío

Opciones	Fr	Fr%
Si	71	92.2%
No	6	7.8%
Total	77	100%

24. Identificación de cuando se usa la bolsa de vacío.

77 respuestas



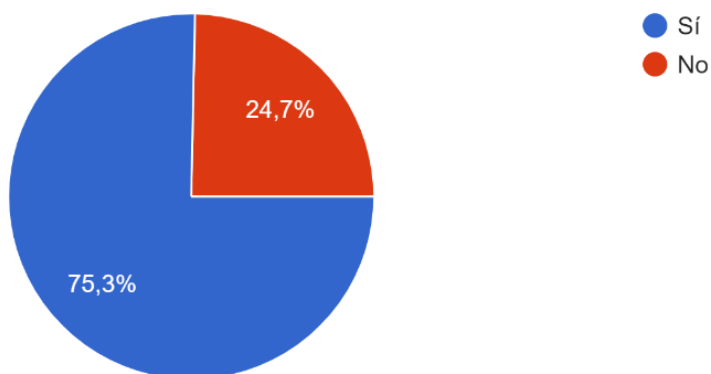
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 92.2% asegura conocer los casos en los cuales se hace necesario el utilizar bolsas de vacío en una simulación. El 7.8% no sabe en qué casos se debe de utilizar la bolsa de vacío. La bolsa de vacío dada su facilidad de adaptación a la superficie del cuerpo y su disponibilidad en diferentes tamaños se puede emplear en múltiples localizaciones para lograr la inmovilización del paciente. Se coloca al paciente sobre el colchón de vacío y se va extrayendo el aire de su interior, de manera que las esferas, al no haber aire, se ponen en contacto extremo entre sí adaptándose a la forma del cuerpo. Una vez se termina de dar forma al colchón, se cierra la válvula. El resultado es un molde de la superficie del paciente.

Tabla 25: Objetivo de utilizar bolus

Opciones	Fr	Fr%
Si	58	75.3%
No	19	24.7%
Total	77	100%

25. Conocimiento del objetivo de utilizar bolus.

77 respuestas



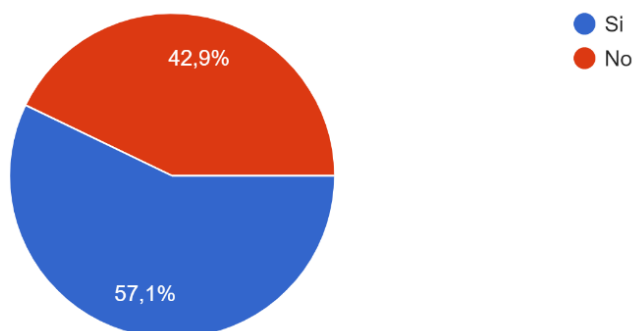
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 75.3% conoce el objetivo de utilizar bolus en el tratamiento de radioterapia. El 24.7% desconoce el objetivo de la utilización del bolus en radioterapia. El bolus es un aditamento de un material de composición orgánica equivalente a la densidad del agua, (cera, agua o siliconas), que, apoyados en la zona a tratar del paciente, homogenizan la dosis en piel, reduciéndola en profundidad.

Tabla 26: Definición de la simulación virtual

Opciones	Fr	Fr%
Si	44	57.1%
No	33	42.9%
Total	77	100%

26. Concepto de simulación virtual.

77 respuestas



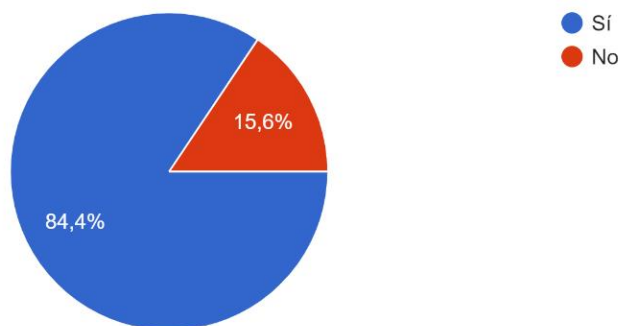
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 57.1% afirma que la simulación virtual si consiste en dibujar los campos de tratamiento en una radiografía convencional. El 42.9% indica que la simulación virtual no consiste en dibujar los campos de tratamiento en una radiografía convencional. La simulación en Radioterapia se entiende como la preparación de las condiciones en que debe realizarse el tratamiento, por lo que la simulación virtual consiste en realizar una tomografía axial computarizada para definir los volúmenes de tratamiento y de tejidos sanos u órganos a riesgo en tres dimensiones. Se utiliza imágenes de tomografía de diferentes espesores de corte, con el objetivo de entregar en forma homogénea la dosis prescrita en el volumen tumoral mejorando la tasa de control local, protegiendo los tejidos sanos circundantes.

Tabla 27: Conocimiento de los tipos de Simulación

Opciones	Fr	Fr%
Si	65	84.4%
No	12	15.6%
Total	77	100%

27. Distinción de los tipos de Simulación.

77 respuestas



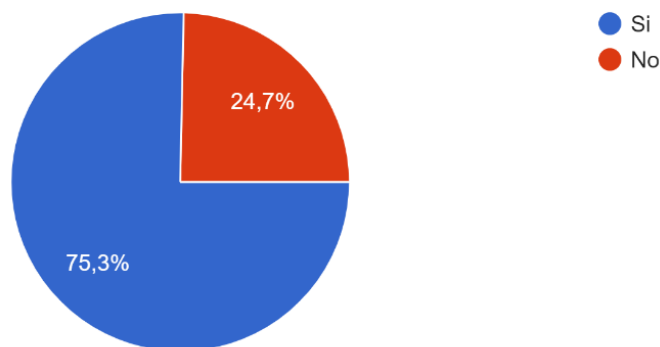
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 84.4% afirma que si conoce cuales son los tipos de simulación en radioterapia. El 15.6% desconoce cuáles son los tipos de simulación. Existen dos tipos de simulación comúnmente conocidas en Radioterapia; La simulación convencional, que se basa en un examen clínico simple a partir de la adquisición de imágenes planas de rayos X, la información es obtenida a través de imágenes fluoroscópicas, así se obtiene información en 2D y la simulación TC, que implica el uso de un equipamiento más complejo y se basa en imágenes tridimensionales generadas por un equipo de tomografía computarizada (TC). Ambos tipos de simulación determinan diferentes esquemas de trabajo del proceso radioterápico.

Tabla 28: Equipos usados en simulación

Opciones	Fr	Fr%
Si	58	75.3%
No	19	24.7%
Total	77	100%

28. Diferenciación de los equipos usados en simulación.

77 respuestas



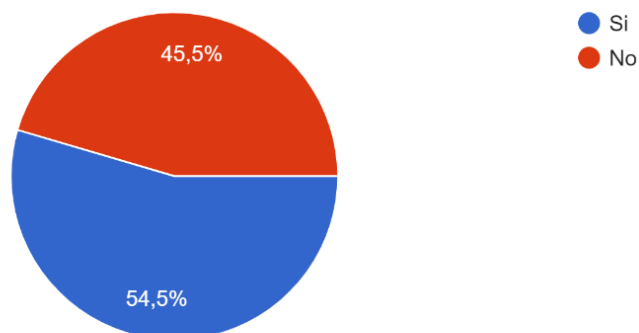
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 75,3% afirma que los equipos fluoroscopia y TAC simulador son usados en simulación. El otro 24,7% respondió que los equipos fluoroscopia y TAC no se utilizan en simulación. El simulador 2D convencional es un equipo de rayos x con fluoroscopia que ayudan a determinar los tamaños de campo de tratamiento, así como los ángulos de las partes giratorias del equipo, gantry o bastidor, porta chasis, colimador giratorio, mesa plana; todas sus partes giran alrededor del isocentro. Simulador virtual es un Tomógrafo con mesa plana y de fibra de carbono la apertura del Gantry es de 80 cm y puede ir hasta 100 cm, tiene tres láseres externos que sirven para el posicionamiento del paciente; las imágenes son enviadas hacia un planificador.

Tabla 29: Objetivo de la simulación

Opciones	Fr	Fr%
Si	42	54.5%
No	35	45.5%
Total	77	100%

29. Propósito de la simulación.

77 respuestas

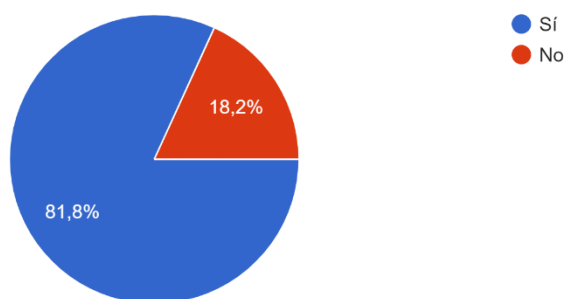


En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 54,5% afirma que el objetivo de la simulación es el tratamiento del paciente. El otro 45,5% respondió que el objetivo de la simulación no es el tratamiento del paciente. El objetivo de la simulación en radioterapia es determinar la posición de tratamiento, teniendo en cuenta la situación anatómica del volumen a tratar, el bienestar del paciente y la futura incidencia de los haces de radiación, también es preciso seleccionar el sistema de inmovilización más adecuado para el tipo de tratamiento y el paciente concreto, así como elegir el sistema de coordenadas que servirán de referencia en el momento del tratamiento la posición del isocentro o isocentros de los haces a emplear.

Tabla 30: Conocimiento de las indicaciones para el paciente previo a la realización de la simulación

Opciones	Fr	Fr%
Si	63	81.8%
No	14	18.2%
Total	77	100%

30. Comprensión de las indicaciones para el paciente previo a la realización de la simulación.
77 respuestas



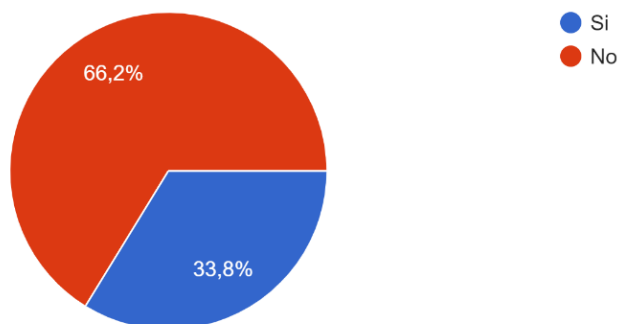
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 81,8% afirma que conoce cuáles son las indicaciones para el paciente previo a la realización de la simulación, el 18,2% dice no conocer las indicaciones para el paciente previo a la realización de la simulación. Antes de realizar la simulación se deben dar indicaciones claras al paciente como cuál será la posición que debe adoptar y explicarle que está será la misma que se utilice durante todo el tratamiento. Se debe alinear al paciente respecto a los láseres y darle explicación respecto a la realización pequeños tatuajes que servirán para localizar el isocentro a lo largo de todo el tratamiento. Existen otras indicaciones que dependerán del tipo de patología del paciente como la purga y llenado de vejiga en Ca de cérvix y próstata, así como de las indicaciones del médico como el uso de medio de contraste.

Tabla 31: Definir la función del técnico en radioterapia

Opciones	Fr	Fr%
Si	51	66.2%
No	26	33.8%
Total	77	100%

31. Comprensión de la función del técnico en radioterapia.

77 respuestas



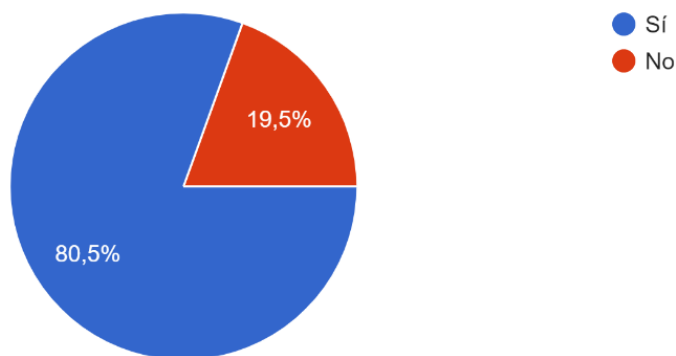
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 66,2% respondió que el técnico en radioterapia no es el responsable en última instancia del tratamiento del paciente, y tener a su cargo la consulta, la prescripción de dosis y el tratamiento, el 33,8% afirma que es correcto que la función del técnico en radioterapia es ser responsable en última instancia del tratamiento del paciente, y tener a su cargo la consulta, la prescripción de dosis y el tratamiento. El Radioterapista, es el profesional con la misión de suministrar al paciente el tratamiento de radiación, bajo la supervisión del oncólogo Radioterapeuta y del Físico médico. Entiende los diferentes métodos de tratamiento y los protocolos clínicos utilizados en la institución. Además, conoce el funcionamiento, el uso de los equipos y los accesorios, así como sus límites de seguridad.

Tabla 32: Conocimiento de las indicaciones previas para pacientes con Ca de cérvix

Opciones	Fr	Fr%
Si	62	80.5%
No	15	19.5%
Total	77	100%

32. Identificación de las indicaciones previas para pacientes con Ca de cérvix.

77 respuestas



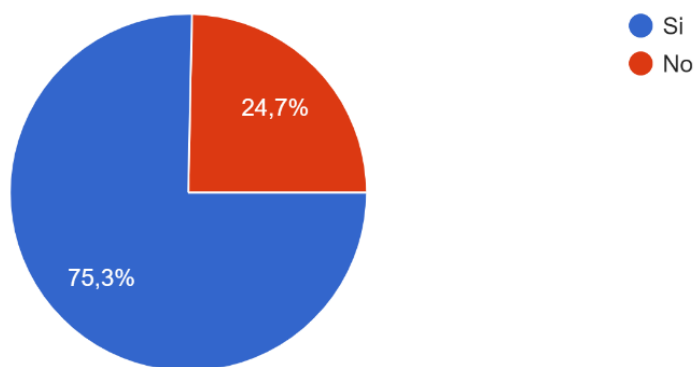
De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 80.5% asevera que conoce las indicaciones previas para pacientes con Ca de cérvix; el 19.5% respondió que no conoce indicaciones previas para paciente con Ca de cérvix. Antes de realizar la simulación para Ca de cérvix el paciente debe cumplir indicaciones previas que son de suma importancia, dieta blanda un día antes y realizarse un micro enema para eliminar materia fecal, media hora antes de la simulación debe tomar medio litro de agua para lograr mejor visualización de la vejiga, en caso de que le indiquen medio de contraste el paciente debe presentarse en ayuno de 6 a 8 horas.

Tabla 33: Utilidad del baño de electrones.

Opciones	Fr	Fr%
Si	58	75.3%
No	19	24.7%
Total	77	100%

33. Propósito de la utilización del baño de electrones.

77 respuestas



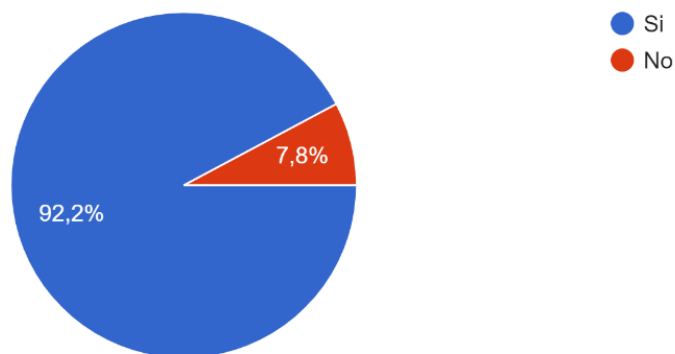
En la tabla y gráfico anterior se puede observar que de 77 encuestados, el 75,3% respondió que es correcto que el baño de electrones se utiliza para tratar el linfoma cutáneo, el 24,7% respondió que el baño de electrones no se utiliza para tratar el linfoma cutáneo. En Radioterapia se utilizan rayos de electrones para tratar el linfoma de piel (linfoma cutáneo). Los electrones no penetran profundamente en el cuerpo, por lo que la dosis de radiación en los tejidos profundos es mínima. Hay 2 formas en que se puede administrar la radioterapia por rayos de electrones: Tratamiento de manchas, es cuando se tratan una o más manchas en el cuerpo. Y, Terapia total de la piel con rayos de electrones, consiste en tratar toda la superficie de la piel.

Tabla 34: Es capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes.

Opciones	Fr	Fr%
Si	71	92.2%
No	6	7.8%
Total	77	100%

34. Capacidad de alinear al paciente respecto a los tatuajes.

77 respuestas



De la tabla y gráfico anterior podemos observar que del 100% de los encuestados, el 92.2% afirman que son capaces de alinear al paciente respecto a los tatuajes, el 7.8% de los encuestados no son capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes. Para alinear al paciente disponemos de varios sistemas, aunque los más utilizados en Radioterapia 3D conformada son: láseres y tatuajes, generalmente se dispone de al menos tres láseres (dos laterales y uno en el techo) que proyectan cruces en el isocentro de la unidad. Una vez alineado al paciente, y elegido el origen del sistema de coordenadas, se dispone a realizar unos tatuajes que permitan localizar el isocentro a lo largo de todo el tratamiento. En la unidad de tratamiento los láseres deben coincidir con los tatuajes.

Análisis de la guía de observación

ITEM A OBSERVAR	Opciones	Porcentaje	Total
1. Define correctamente qué es la radioterapia	SI	100%	36
	NO	0%	0
2. Conoce los efectos secundarios a los tratamientos de irradiación	SI	100%	36
	NO	0%	0
3. Identifica las fases de la acción biológica de la radiación	SI	22.22%	8
	NO	77.78%	28
4. Define las cinco R de la radioterapia	SI	55.56%	20
	NO	44.44%	16
5. Conoce los síndromes de radiación	SI	22.22%	8
	NO	77.78%	28
6. Define correctamente las diferentes modalidades de tratamiento de radioterapia externa que existen.	SI	61.11%	22
	NO	38.89%	14
7. Conoce las dos modalidades de radioterapia	SI	77.78%	28
	NO	22.22%	8
8. Conoce los diferentes equipos que se usan en la simulación	SI	72.22%	26
	NO	27.78%	10
9. Conoce cuales son los equipos de tratamiento en radioterapia externa	SI	66.67%	24
	NO	33.33%	12
10. Identifica las partes que componen a los equipos de tratamiento de radioterapia externa	SI	100%	36
	NO	0%	0
11. Define qué es braquiterapia	SI	77.78%	28
	NO	22.22%	8
12. Conoce las fuentes radiactivas usadas en braquiterapia	SI	61.11%	22
	NO	38.89%	14
13. Conoce las aplicaciones clínicas usadas en braquiterapia	SI	0%	0
	NO	100%	36

14. Identifica la característica de la braquiterapia	SI	94.44%	34
	NO	5.56%	2
15. Conoce las técnicas de tratamiento de radioterapia externa	SI	77.78%	28
	NO	22.22%	8
16. Conoce la radiocirugía estereotáxica	SI	55.56%	20
	NO	44.44%	16
17. Define la radioterapia por intensidad modulada (IMRT)	SI	44.44%	16
	NO	55.56%	20
18. Conoce los equipos que se utilizan en la radiocirugía estereotáxica (SBRT)	SI	16.67%	6
	NO	83.33%	30
19. Conoce en qué consiste la radiocirugía estereotáctica fraccionada	SI	22.22%	8
	NO	77.78%	28
20. Identifica para qué se utiliza una máscara termoplástica	SI	94.44%	34
	NO	5.56%	2
21. Identifica para qué se utiliza el plano inclinado	SI	83.33%	30
	NO	16.67%	6
22. Identifica para qué se utiliza la bolsa de vacío	SI	100%	36
	NO	0%	0
23. Conoce cuál es el objetivo de utilizar bolus	SI	61.11%	22
	NO	38.89%	14
24. Sabe identificar la simulación virtual	SI	83.33%	30
	NO	16.67%	6
25. Identifica los tipos de simulación que existen	SI	83.33%	30
	NO	16.67%	6
26. Identifica los equipos de simulación que existen	SI	83.33%	30
	NO	16.67%	6
27. Reconoce cual es el objetivo de la simulación	SI	100%	36
	NO	0%	0
28. Da indicaciones al paciente previo a la realización de la simulación.	SI	94.44%	34

	NO	5.56%	2
29. Conoce cuál es la función del técnico en radioterapia	SI	88.89%	32
	NO	11.11%	4
30. Da indicaciones al paciente previo a los tratamientos diarios en pacientes con Ca de cérvix.	SI	83.33%	30
	NO	16.67%	6
31. Conoce para qué se utiliza el baño de electrones	SI	50%	18
	NO	50%	18
32. Es capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes.	SI	100%	36
	NO	0%	0

Para poder identificar y verificar si los estudiantes de modulo IX de la carrera de Radiología e Imágenes, aplican los conocimientos adquiridos en el componente de Radioterapia durante su práctica clínica, como parte de los aportes para la formación de profesionales que brinda la Universidad de El Salvador y la carrera de Radiología e Imágenes durante modulo IX. Pudimos visualizar por medio de la guía de observación, realizada de forma presencial en los dos Hospitales, que cuentan con equipo especializado para simulación y tratamiento de Radioterapia: Hospital de Oncología ISSS y Centro Nacional de Radioterapia, se realizaron las visitas correspondientes donde se identificó que el 100% de los estudiantes define correctamente que es Radioterapia, además conocen cuales son los efectos secundarios que conlleva los tratamientos de irradiación, sin embargo, la mayoría de estudiantes observados desconocen sobre las fases de la acción biológica de la radiación por lo que nos permitió evidenciar la falta de interés por parte de los alumnos en prepararse teóricamente con respecto a las tutorías impartidas previo a su rotación, en consecuencia no son capaces de definir todo lo que engloba la interacción de la radiación a nivel celular, por otro lado un 55.56% define las cinco R de la radioterapia pero se les hace difícil comprender como estos factores afectan en la respuesta a los tratamientos de radioterapia, no definen los síndromes de la radiación lo que dificulta comprender las repercusiones que tendrán las células en el funcionamiento fisiológico de un tejido u órgano. Por otro lado, la mayoría de los estudiantes conocen y manejan correctamente las definiciones de las modalidades de radioterapia, así como también de los diferentes equipos usados para simulación y para tratamientos de radioterapia externa,

de igual modo, son capaces de identificar las partes que los componen. En cuanto a la radioterapia externa los estudiantes observados en un 78.78% conoce las diferentes modalidades de tratamiento que son utilizadas en los centros donde los estudiantes cuentan con autorización para realizar sus prácticas clínicas, sin embargo, los estudiantes observados no logran definir la radiocirugía estereotáctica como una modalidad de tratamiento de radioterapia muy precisa desarrollada para tumores de pequeñas dimensiones. Así mismo solo un 44.44% de los estudiantes conocen la técnica de tratamiento de radioterapia de intensidad modulada (IMRT) y la pueden definir como la que permite distribuciones de dosis ajustadas a la forma del tumor mediante el control de la intensidad de los haces de radiación. En cuanto a la radiocirugía estereotáctica, los estudiantes no saben definirla como una modalidad de tratamiento, y la mayoría desconoce tanto los equipos utilizados en esta modalidad de tratamiento como la técnica de radiocirugía estereotáctica fraccionada. Por otro lado, un gran porcentaje de los estudiantes son capaces de identificar los equipos de inmovilización como la máscara termoplástica, plano inclinado, la bolsa al vacío y el bolus. Asimismo, la mayoría de los estudiantes identifica los tipos de simulación, las características de cada uno de ellos y los equipos que se utilizan en ambos. Más aún, los estudiantes reconocen el principal objetivo de realizar la simulación y conocen la principal función del técnico o licenciado en radioterapia, siendo esta la aplicación del tratamiento de radiación al paciente. En adición, un 83.33% de los estudiantes menciona que conoce las indicaciones al paciente con cáncer de cérvix previo a iniciar los tratamientos diarios. En contraste, el 50% de los estudiantes observados logran identificar en qué casos se emplea el tratamiento de radioterapia conocido como baño de electrones usado principalmente para el cáncer de piel. Aun así, el 100% de los estudiantes observados en su práctica clínica son capaces de identificar la función de los tatuajes realizados durante la simulación que son de suma importancia para los tratamientos diarios de los pacientes.

Comprobación de supuestos

Supuesto 1: El contenido teórico implementado en la carrera de Radiología e Imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia externa abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
1.	¿Considera correcto que la radioterapia es un tratamiento del cáncer que usa altas dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores?	73	4	94.8%	5.2%
2.	¿Conoce los efectos biológicos que produce la radiación en el área de radioterapia?	72	5	93.5%	6.5%
3.	¿Está de acuerdo en que la fase química pertenece a los efectos biológicos de la radiación y en ésta se producen la inactivación de los radicales libres?	55	22	71.4%	28.6%
4.	¿Las 5 R de la radioterapia son: Reparación, Redistribución, Repoblación, Re-oxigenación, Radiosensibilidad?	56	21	72.7%	27.3%
5.	En la acción biológica de la radiación se diferencian tres síndromes: Hematopoyético, Gastrointestinal, Sistema nervioso central que transcurren secuencialmente posterior a la irradiación. ¿lo anterior mencionado es correcto?	63	14	81.8%	18.2%
6.	¿Las modalidades de tratamiento de radioterapia externa son GTV, CTV, PTV?	59	18	76.6%	23.4%
7.	¿La Teleterapia y Braquiterapia son modalidades de radioterapia?	74	3	96.1%	3.9%
8.	¿Identifica cuáles son los equipos que se usan en simulación?	69	8	89.6%	10.4%
9.	¿Es correcto que los equipos de tratamiento en Teleterapia son: Unidades de kilovoltaje, Unidades de cobalto, Acelerador lineal (LINAC)?	58	19	75.3%	24.7%
10.	¿Fuente de Cobalto 60, Gantry, colimador rotatorio, mesa son los elementos de un LINAC?	47	30	61%	39%
Total		626	144	812.8%	187.2
Total %				81.28%	18.72%

Aplicando la formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

$$\mathbf{Si} \quad x\% = \frac{\sum 812.8\%}{10} = 81.28\%$$

$$\mathbf{No} \quad x\% = \frac{\sum 187.2\%}{10} = 18.72\%$$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si el contenido teórico implementado en la carrera de Radiología e Imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia externa abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo. Los resultados estadísticos muestran que el 81.28% considera que si se abarcan las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del componente de radioterapia externa, y solo un 18.72% dice que no se abarcan las temáticas necesarias, por lo cual se considera que este supuesto es viable ya que sobrepasa el 80% de aprobación necesario establecida por los investigadores. Esto puede deberse que el contenido teórico de radioterapia externa se desarrolla de forma puntual.

Supuesto 2: El contenido teórico implementado en la carrera de Radiología e Imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia interna abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
11.	¿Es la braquiterapia una variante de radioterapia en la que las fuentes de radiación están en contacto con el tejido a irradiar o dentro de una cavidad o lumen de un órgano del cuerpo?	76	1	98.7%	1.3%
12.	¿Es correcto que las siguientes fuentes radiactivas son usadas en braquiterapia: Tecnecio 99, Iridio-192, Cobalto 60?	41	36	53.2%	46.8%
13.	En Braquiterapia se distinguen cuatro tipos de aplicaciones clínicas: Braquiterapia de baja tasa de dosis, Braquiterapia de alta tasa de dosis, de Implantes permanentes y de fuentes no selladas. ¿lo anterior mencionado es correcto?	56	21	72.7%	27.3%
14.	¿La Braquiterapia se caracteriza por una rápida bajada de dosis al alejarse de la fuente, ajustándose a la ley del inverso cuadrado y el hecho beneficio para los tejidos circundantes?	54	23	70.1%	29.9%
Total		227	81	294.7%	105.3%
Total %				73.68%	26.32%

Aplicando la formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

$$\text{Si } x\% = \frac{\sum 294.7\%}{4} = 73.68\%$$

$$\text{No } x\% = \frac{\sum 105.3\%}{4} = 26.32\%$$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si el contenido teórico implementado en la carrera de Radiología e Imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia interna abarca las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del mismo. Los resultados estadísticos muestran que el 73.68% considera que si se abarcan las temáticas necesarias para el desarrollo eficiente del componente de radioterapia interna, y solo un 26.32% dice que no comprenden las temáticas necesarias, por lo cual se considera que este supuesto no es viable ya que no sobrepasa el 80% de aprobación necesario. Esto puede deberse a que el contenido teórico de radioterapia interna si abarca las temáticas necesarias para su desarrollo sin embargo estas no han sido comprendidas a profundidad debido a que este tipo de tratamiento es realizado por los médicos especializados en braquiterapia.

Supuesto 3: El nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes es adecuado con respecto a las diferentes técnicas de tratamiento utilizadas en radioterapia externa.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
15.	¿Las siglas VMAT significan Radioterapia guiada por la imagen?	47	30	39%	61%
16.	¿Es la radiocirugía estereotáxica (SBRT) una forma de radioterapia muy precisa que entrega radiación enfocada en dosis mucho más altas, y en sólo una o pocas sesiones?	68	9	88.3%	11.7%
17.	¿Es correcto que la Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) permite generar distribuciones de dosis ajustadas a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación o control de la intensidad de los haces de radiación?	65	12	84.4%	15.6%
18.	¿Los instrumentos o fuentes de radiación como el Bisturí de rayos gamma, LINAC, Protón Beam son Modalidades de la Radiocirugía estereotáxica (SBRT)?	50	27	64.9%	35.1%
19.	¿La aplicación de la Radiocirugía estereotáxica (SBRT) fraccionada consiste en cinco sesiones de tratamiento administradas dentro de un período de una a dos semanas?	55	22	71.4%	28.6%
Total		285	100	348%	152%
Total %				69.6%	30.4%

Aplicando la formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

Si $x\% = \frac{348\%}{5} = 69.6\%$

No $x\% = \frac{\sum 152\%}{5} = 30.4\%$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si el nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes es adecuado con respecto a las diferentes técnicas de tratamiento utilizadas en radioterapia externa. Los resultados estadísticos muestran que el 69.6% considera que si es adecuado, y solo un 30.4% dice que no es adecuado el nivel de conocimiento que se adquiere, se considera que este supuesto no es viable ya que no alcanza el 80% de aprobación necesario. Esto puede deberse a que en un lugar de practica si se ejecutan todas las técnicas de tratamiento de radioterapia y en el otro no se ejecutan todas las técnicas, por lo tanto difiere la teoría con la práctica y los estudiantes no logran obtener una completa comprensión de las técnicas de tratamiento utilizadas en radioterapia externa.

Supuesto 4: El nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes es adecuado con respecto a los diferentes instrumentos utilizados en radioterapia externa.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
20.	¿sabe usted en que tratamientos de Radioterapia se utiliza la máscara termoplástica?	69	8	89.6%	10.4%
21.	¿Es el plano inclinado un accesorio de inmovilización usado en la simulación a pacientes con Ca de cérvix?	48	29	37.7%	62.3%
22.	¿sabe usted en qué casos será necesario usar la bolsa de vacío en una simulación?	71	6	92.2%	7.8%
23.	¿Conoce cuál es el objetivo de utilizar bolus?	58	19	75.3%	24.7%
Total		246	62	294.8%	105.2%
Total %				73.7%	26.3%

Aplicando la formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

$$\text{Si } x\% = \frac{294.8\%}{4} = 73.7\%$$

$$\text{No } x\% = \frac{\sum 105.2\%}{4} = 26.3\%$$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si el nivel de conocimientos que adquieren y manejan los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes es adecuado con respecto a los diferentes instrumentos utilizados en radioterapia externa. Los resultados estadísticos muestran que el 73.7% considera que si es adecuado el nivel de conocimiento que adquieren y manejan los estudiantes respecto a los diferentes instrumentos utilizados en radioterapia externa, y solo un 26.3% dice que no es adecuado el nivel de conocimiento que se adquiere, por lo cual se considera que este supuesto no se cumple ya que no sobrepasa el 80% de aprobación necesario. Esto puede deberse a que los estudiantes no identifican los instrumentos utilizados en radioterapia y los tratamientos en los cuales se usan.

Supuesto 5: Las prácticas clínicas ayudan a que los estudiantes asimilen la teoría de la radioterapia.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
24.	Sabe identificar la simulación virtual.	30	6	83.33%	16.67%
25.	Identifica los tipos de simulación que existen	30	6	83.33%	16.67%
26.	Identifica los equipos de simulación que existen.	30	6	83.33%	16.67%
27.	Reconoce cual es el objetivo de la simulación	36	0	100%	0%
28.	Da indicaciones al paciente previo a la realización de la simulación.	34	2	94.44%	5.56%
Total		160	20	444.43%	55.57%
Total %				88.89%	11.11%

Aplicando formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

$$\text{Si } x\% = \frac{444.43\%}{5} = 88.89\%$$

$$\text{No } x\% = \frac{\sum 55.57\%}{5} = 11.11\%$$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si las prácticas clínicas ayudan a que los estudiantes asimilen la teoría de la radioterapia. Los resultados estadísticos muestran que el 88.89% considera que las prácticas clínicas si ayudan a que los estudiantes asimilen la teoría y solo un 11.11% dice que las prácticas clínicas no ayudan a que se asimile la teoría, por lo cual se considera que este supuesto es viable ya que sobrepasa el 80% de aprobación necesario. Esto puede deberse a que los estudiantes obtienen mejor comprensión de los elementos utilizados en el área como el equipo utilizado para el tratamiento y los dispositivos de inmovilización.

Supuesto 6: El manejo de la teoría impartida de radioterapia permite que los estudiantes obtengan mayor precisión en la ejecución de los protocolos.

N°	Preguntas	Respuestas		Total%	
		SI	NO	SI%	NO%
29.	Conoce cuál es la función del técnico en radioterapia	32	4	88.89%	11.11%
30	Da indicaciones al paciente previo a los tratamientos diarios en pacientes con Ca de cérvix.	30	6	83.33%	16.67%
31	Conoce para qué se utiliza el baño de electrones	18	18	50%	50%
32	Es capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes.	36	0	100%	0%
Total		116	28	322.22%	77.78%
Total %				80.56%	19.44%

Aplicando formula

$$X\% = \frac{\sum X_i\%}{n}$$

$$\text{Si } x\% = \frac{322.22\%}{4} = 80.56\%$$

$$\text{No } x\% = \frac{\sum 77.78\%}{4} = 19.44\%$$

Las preguntas contestan al supuesto, están basadas en identificar si el manejo de la teoría impartida de radioterapia permite que los estudiantes obtengan mayor precisión en la ejecución de los protocolos. Los resultados estadísticos muestran que el 80.56% considera que el manejo de la teoría impartida si permite a los estudiantes mayor precisión de los protocolos y solo un 19.44% dice que no permite a los estudiantes mayor precisión de protocolos, por lo cual se considera que este supuesto es viable ya que sobrepasa el 80% de aprobación necesario. Esto puede deberse a que los estudiantes obtienen instrucción por parte de los tutores de práctica clínica y otros profesionales del área.

CAPITULO VI

6.1. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El contenido teórico implementado en la carrera de Radiología e Imágenes para el desarrollo del componente de radioterapia externa cumple con los estándares de conocimiento para el desarrollo óptimo de las prácticas.
- La teoría de radioterapia interna que se desarrolla dentro de la carrera de Radiología e Imágenes no es suficiente para la formación profesional de los estudiantes respecto a los alcances prácticos que se ejecutan en los hospitales, debido a que la ejecución de este tratamiento lo realiza personal especializado como lo es el médico oncólogo.
- Los estudiantes no identifican la teoría sobre las técnicas de radioterapia por lo que la orientación por parte de los instructores del área influye para el desempeño en las prácticas clínicas.
- Los conocimientos que los estudiantes adquieren sobre los instrumentos de inmovilización en radioterapia para desenvolverse en las prácticas clínicas son debido a la orientación por parte de los instructores del área.
- El contenido teórico impartido por la carrera de Radiología e Imágenes es suficiente para el desarrollo completo de las prácticas clínicas en el área de radioterapia.
- El contenido teórico impartido por la carrera de Radiología e Imágenes es suficiente para que los estudiantes obtengan mayor precisión en la ejecución de los protocolos de radioterapia.

Recomendaciones

- Mejorar la metodología de enseñanza para facilitar la comprensión y la obtención de conocimiento para profundizar y cumplir con las expectativas del sistema modular del componente.
- Actualizar el contenido del componente modular de Radioterapia para profundizar la teoría y obtener nuevos alcances, que permitan avanzar hacia el desarrollo e innovación en Radioterapia.
- Ejecutar el componente de física de la radioterapia para que se expliquen las bases que fundamenta la aplicación de tratamientos y ejecución de protocolos de radioterapia para que los estudiantes logren una mejor comprensión del componente de radioterapia.
- Garantizar que todos los estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes sean designados a realizar su práctica clínica en el área de Radioterapia para que conozcan y se familiaricen con los instrumentos de inmovilización y con los equipos para tratamientos de Radioterapia.
- Aplicación de talleres e implementación de laboratorios en el área de radioterapia dentro de la Universidad para lograr una interacción entre el alumno y licenciado que promueva un acercamiento y lograr mayor comprensión del área de Radioterapia.
- Incrementar contenidos relacionados a la aplicación de protocolos de tratamientos de radioterapia y realizar dinámicas para profundizar en la enseñanza de los estudiantes.

Fuentes de Información

1. Lara Menéndez R. Historia de la Radioterapia en Latinoamérica Madrid: ARÁN; 2021.
2. Facultad de Medicina. Plan de estudios 1973. Universidad de El Salvador, Carrera de Radiología e Imágenes.
3. Echanique RE. Diccionario de Física Radiológica Quito: Edifarm; 2017.
4. Granados García M, Arrieta Rodríguez OG, Hinojosa Gómez J. Tratamiento del cáncer. Oncología médica, quirúrgica y radioterapia Tripp Arreguín NG, editor.: El Manual Moderno; 2016.
5. Consejo de Seguridad Nuclear. Consejo de Seguridad Nuclear. [Online]. Disponible en: <https://www.csn.es/proteccion-radiologica>.
6. Núñez Martín L. Elementos de radiofísica para técnicos superiores en radioterapia y dosimetría Madrid: Elsevier; 2016.
7. Samper Ots P. Volúmenes Blanco en Radioterapia: SEOR; 2010.
8. Marcelo H. Función del Técnico en Radioterapia..
9. Escobar J. Apunte de Radioterapia. Universidad Nacional de San Juan, Bioingeniería.
10. CSN. LAS RADIACIONES IONIZANTES EN UN SERVICIO DE..
11. Pallardo Calatayud , Ventura R, Cervera Deval. Imagen en Oncología: Sociedad Española de Radiología Médica; 2008.
12. Marquina de Reyes AM, García de Gonzalez MM. Matrícula y titulación de educación superior en El Salvador, con perspectiva de género. Realidad y Reflexión. 2017;(46).
13. Rivas M, Núñez R. Brechas de género en la UES. Atenea. 2013;(11).
14. Alvarado Perez NY, Castillo Rauda CP, Ochoa Perez KY. LA BRAQUITERAPIA DE ALTA TASA DE DOSIS COMO NUEVA TÉCNICA EN EL TRATAMIENTO DE PACIENTES DIAGNOSTICADAS CON CÁNCER CÉRVICO-UTERINO, EN EL HOSPITAL MÉDICO QUIRÚRGICO Y ONCOLÓGICO DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL DE FEBRERO A JULIO DEL 2017. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Medicina.
15. Dillenseger JP, Moerschel E. Manual para técnicos radiólogos cuando la teoría enriquece la práctica Buenos Aires: Journal; 2012.
16. Lara Menéndez R. La Radioterapia en El Salvador..
17. Barahona JR. Hospital de Oncología: Servicio de Radioterapia..
18. Barahona JR. Radioterapia: Hospital de Oncología del Instituto Salvadoreño del Seguro Social..

19. Ministerio de Salud de El Salvador. International Cancer Control Partnership. [Online].; 2015.. Disponible en: https://www.iccp-portal.org/system/files/plans/politica_cancer_0.pdf.
20. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Manual del Servicio de Radioterapia ISSS. Documento normativo. , Departamento de Normalización.
21. Ministerio de Salud de El Salvador. Norma de Radioterapia. Diario Oficial. : p. 26.
22. Ortiz de Urbina D, Delgado JM. Tomoterapia helicoidal: IMRT adaptada guiada por imagen. [Online].; 2005. Acceso 28 de marzo de 2024. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-48352005000800002.

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES TEMA: "RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGIA E IMAGENES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERIODO DE MARZO A AGOSTO 2024"																														
Actividades	Febrero		Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	S 1	S 2	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
ETAPA 1: Elaboración del protocolo.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
Presentación de propuestas de tema.			x																											
Elaboración y presentación del capítulo I				x	x																									
Elaboración y presentación del capítulo II						x																								
Elaboración y presentación del capítulo III							x	x																						
Elaboración y presentación del capítulo IV									x	x																				
ETAPA 2: Ejecución de la investigación, informe final.																														
Presentación de los capítulos I, II, III, IV																														
Elaboración y presentación del capítulo V																														
Elaboración y presentación del capítulo VI																														
ETAPA 3: Exposición y defensa del trabajo de grado.																														

Anexo 2: Presupuesto

Debido a que el costo económico del proyecto no requirió de financiamiento externo, los miembros del grupo investigador abarcaron todos los gastos del proyecto de investigación.

Los gastos fueron distribuidos según el siguiente cuadro:

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Papelería y útiles	Unidad	10	\$1.50	\$15.00
Impresiones	Unidad	200	\$0.05	\$10.00
Anillado	Unidad	2	\$5.00	\$10.00
Transporte	Unidad	3	\$30.00	\$90.00
Internet	Mes	6	\$25.00	\$450.00
Total				\$575.00

Anexo 3: Guía de encuesta

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



**RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE
RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA DE LOS
ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERIODO DE MARZO A AGOSTO
2024.**

Cuestionario dirigido a los estudiantes egresados y de módulo IX de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador.

Objetivo: Recolectar información sobre el conocimiento que tienen los estudiantes acerca de radioterapia.

Fecha: **Edad del encuestado:** **sexo:** M F

INDICACIONES: Lea cuidadosamente cada pregunta y marque la respuesta correcta según su criterio.

1. ¿Considera correcto que la radioterapia es un tratamiento del cáncer que usa altas dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores?
SI NO
2. ¿Conoce los efectos biológicos que produce la radiación en el área de radioterapia?
SI NO
3. ¿Está de acuerdo en que la fase química pertenece a los efectos biológicos de la radiación y en ésta se producen la inactivación de los radicales libres?
SI NO
4. ¿Las 5 R de la radioterapia son: Reparación, Redistribución, Repoblación, Reoxigenación, ¿Radiosensibilidad?

SI NO

5. En la acción biológica de la radiación se diferencian tres síndromes: Hematopoyético, Gastrointestinal, Sistema nervioso central que transcurren secuencialmente posterior a la irradiación. ¿lo anterior mencionado es correcto?

SI NO

6. ¿Las modalidades de tratamiento de radioterapia externa son GTV, CTV, PTV?

SI NO

7. ¿La Teleterapia y Braquiterapia son modalidades de radioterapia?

SI NO

8. ¿Identifica cuáles son los equipos que se usan en simulación?

SI NO

9. ¿Es correcto que los equipos de tratamiento en Teleterapia son: Unidades de kilovoltaje, Unidades de cobalto, ¿Acelerador lineal (LINAC)?

SI NO

10. ¿Fuente de Cobalto 60, Gantry, colimador rotatorio, mesa son los elementos de un LINAC?

SI NO

11. ¿Es la braquiterapia una variante de radioterapia en la que las fuentes de radiación están en contacto con el tejido a irradiar o dentro de una cavidad o lumen de un órgano del cuerpo?

SI NO

12. ¿Es correcto que las siguientes fuentes radiactivas son usadas en braquiterapia: Tecnecio 99, Iridio-192, ¿Cobalto 60?

SI NO

13. En Braquiterapia se distinguen cuatro tipos de aplicaciones clínicas: Braquiterapia de baja tasa de dosis, Braquiterapia de alta tasa de dosis, de Implantes permanentes y de fuentes no selladas. ¿lo anterior mencionado es correcto?

SI NO

14. ¿La Braquiterapia se caracteriza por una rápida bajada de dosis al alejarse de la fuente, ajustándose a la ley del inverso cuadrado y el hecho beneficio para los tejidos circundantes? SI NO
15. ¿Las siglas VMAT significan Radioterapia guiada por la imagen? SI NO
16. ¿Es la radiocirugía estereotáxica (SBRT) una forma de radioterapia muy precisa que entrega radiación enfocada en dosis mucho más altas, y en sólo una o pocas sesiones? SI NO
17. ¿Es correcto que la IMRT permite generar distribuciones de dosis ajustadas a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación o control de la intensidad de los haces de radiación? SI NO
18. ¿Los instrumentos o fuentes de radiación como el Bisturí de rayos gamma, LINAC, Protón Beam son Modalidades de SBRT? SI NO
19. ¿La aplicación de la SBRT fraccionada consiste en cinco sesiones de tratamiento administradas dentro de un período de una a dos semanas? SI NO
20. ¿sabe usted en que tratamientos de Radioterapia se utiliza la máscara termoplástica? SI NO
21. ¿Es el plano inclinado un accesorio de inmovilización usado en la simulación a pacientes con Ca de cérvix? SI NO
22. ¿Sabe usted en qué casos será necesario usar la bolsa de vacío en una simulación? SI NO
23. ¿Conoce cuál es el objetivo de utilizar bolus? SI NO

24. ¿La simulación virtual consiste en dibujar los campos de tratamiento en una radiografía convencional?

SI NO

25. ¿Conoce cuáles son los tipos de Simulación?

SI NO

26. ¿Los equipos Fluoroscopio y TAC simulador son usados en simulación?

SI NO

27. ¿El objetivo de la simulación es el tratamiento del paciente?

SI NO

28. ¿Conoce cuáles son las indicaciones para el paciente previo a la realización de la simulación?

SI NO

29. ¿La función del técnico en radioterapia es ser responsable en última instancia del tratamiento del paciente, y tiene a su cargo la consulta, la prescripción de dosis y el tratamiento?

SI NO

30. ¿Conoce las indicaciones previas para pacientes con Ca de cérvix?

SI NO

31. ¿Es correcto que el baño de electrones se utiliza para tratar el linfoma cutáneo?

SI NO

32. Es capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes.

SI NO

Anexo 4: Guía de observación

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



RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERIODO DE MARZO A AGOSTO 2024.

Guía de observación orientada a verificar competencias teóricas de los estudiantes en sus prácticas clínicas dentro del área de radioterapia, dirigido a los estudiantes egresados y de módulo IX de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador.

Objetivo: Recolectar información sobre las competencias teóricas que tienen los estudiantes acerca de radioterapia en sus prácticas clínicas.

Fecha: **Hora:** **Edad del encuestado:** **sexo:** M F

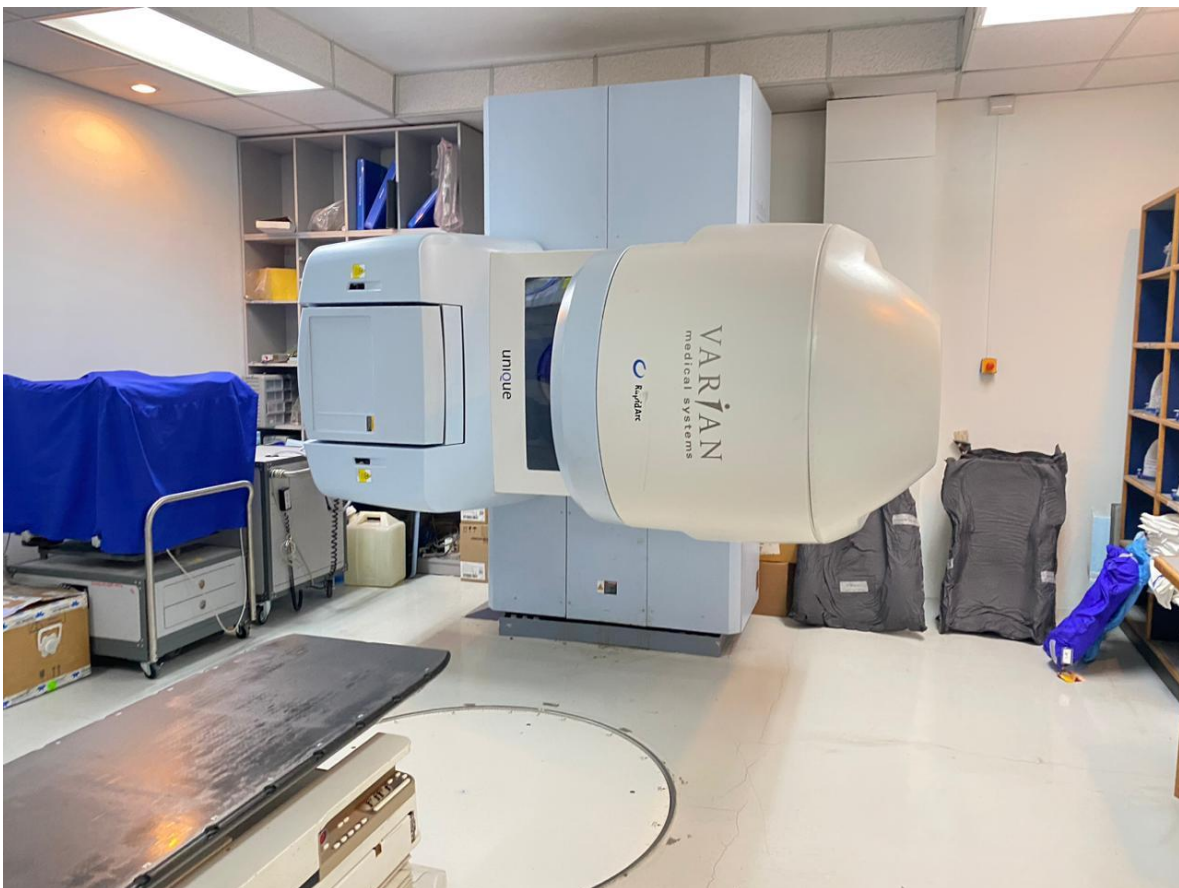
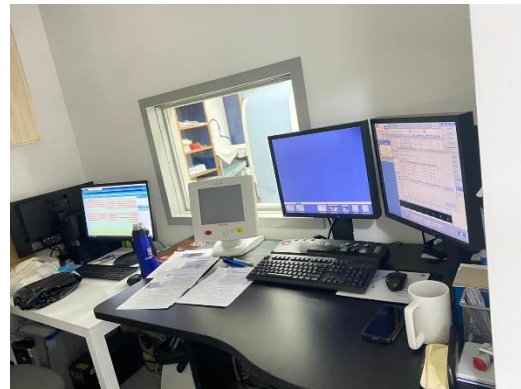
Centro Hospitalario observado:

INDICACIONES: Utilizando lapicero azul, lea cuidadosamente cada pregunta y marque con una X los cuadros según lo observado.

ITEM A OBSERVAR	SI	NO
1. Define correctamente qué es la radioterapia		
2. Conoce los efectos secundarios a los tratamientos de irradiación		
3. Identifica las fases de la acción biológica de la radiación		
4. Define las cinco R de la radioterapia		
5. Conoce los síndromes de radiación		
6. Define correctamente las diferentes modalidades de tratamiento de radioterapia externa que existen.		

7. Conoce las dos modalidades de radioterapia		
8. Conoce los diferentes equipos que se usan en la simulación		
9. Conoce cuales son los equipos de tratamiento en radioterapia externa		
10. Identifica las partes que componen a los equipos de tratamiento de radioterapia externa		
11. Define qué es braquiterapia		
12. Conoce las fuentes radiactivas usadas en braquiterapia		
13. Conoce las aplicaciones clínicas usadas en braquiterapia		
14. Identifica la característica de la braquiterapia		
15. Conoce las técnicas de tratamiento de radioterapia externa		
16. Conoce la radiocirugía estereotáxica		
17. Define la radioterapia por intensidad modulada (IMRT)		
18. Conoce los equipos que se utilizan en la radiocirugía estereotáxica (SBRT)		
19. Conoce en qué consiste la radiocirugía estereotáctica fraccionada		
20. Identifica para qué se utiliza una máscara termoplástica		
21. Identifica para qué se utiliza el plano inclinado		
22. Identifica para qué se utiliza la bolsa de vacío		
23. Conoce cuál es el objetivo de utilizar bolus		
24. Sabe identificar la simulación virtual		
25. Identifica los tipos de simulación que existen		
26. Identifica los equipos de simulación que existen		
27. Reconoce cual es el objetivo de la simulación		
28. Da indicaciones al paciente previo a la realización de la simulación.		
29. Conoce cuál es la función del técnico en radioterapia		
30. Da indicaciones al paciente previo a los tratamientos diarios en pacientes con Ca de cérvix.		
31. Conoce para qué se utiliza el baño de electrones		
32. Es capaz de alinear al paciente respecto a los tatuajes.		

Anexo 5: Equipos de radioterapia utilizados en los centros de salud



Estudiantes que formaron parte de la muestra











Anexo 6: Cartas de solicitud de permiso enviadas a las jefaturas de los centros de salud donde se realizó la investigación



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



Ciudad universitaria, 16 de agosto 2024

Dr. Julio Alfredo Calles González
Jefe del departamento de Radioterapia
Hospital de oncología ISSS
Presente.

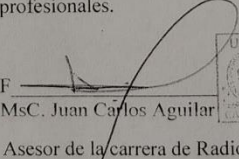
Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianos.

Por medio de la presente, el equipo de tesis integrado por: José Ángel Andrés Ortiz, Cristina Aracely Flores Urbina, Karla Alejandra Mejía Mejía, con el tema denominado: **RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRACTICA CLÍNICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

Solicitamos de manera respetuosa autorización para realizar un sondeo en el área de Radioterapia a estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador que se encuentran realizando su práctica clínica en el área, llevándose a cabo a través de una encuesta y una guía de observación que nos permitirá corroborar información por medio de la visualización de los procesos para tratamiento en Radioterapia en relación con la teoría recibida por la carrera.

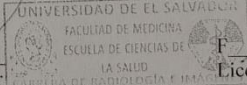
La información que el grupo solicitará y verificará, será eminentemente con fines académicos y con total confidencialidad.

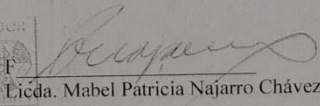
Nos despedimos, de antemano agradecemos su disposición y colaboración que ayudara con el éxito de nuestro proyecto de tesis y para nuestra formación como futuros profesionales.

F 

MsC. Juan Carlos Aguilar

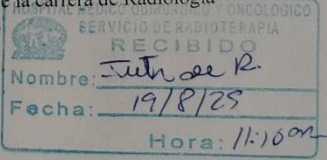
Aesor de la carrera de Radiología e Imágenes



T 

Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez

Directora de la carrera de Radiología e Imágenes



Nombre: Juan Carlos Aguilar
Fecha: 19/8/25
Hora: 11:10 am



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



Ciudad universitaria, 16 de agosto 2024

Dr. Rolando Fabricio Girón Fernández
 Director del Centro Nacional de Radioterapia
 Presente.

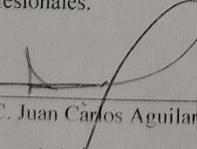
Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianos.

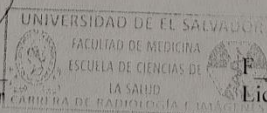
Por medio de la presente, el equipo de tesis integrado por: José Ángel Andrés Ortiz, Cristina Aracely Flores Urbina, Karla Alejandra Mejía Mejía, con el tema denominado: **RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS TEÓRICAS DEL ÁREA DE RADIOTERAPIA Y SU EJECUCIÓN EN LA PRACTICA CLÍNICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

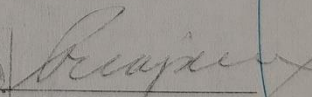
Solicitamos de manera respetuosa autorización para realizar un sondeo en el área de Radioterapia a estudiantes de la Licenciatura en Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador que se encuentran realizando su práctica clínica en el área, llevándose a cabo a través de una encuesta y una guía de observación que nos permitirá corroborar información por medio de la visualización de los procesos para tratamiento en Radioterapia en relación con la teoría recibida por la carrera.

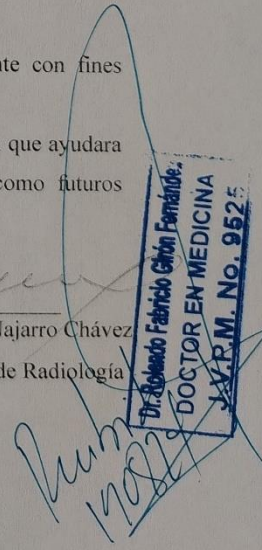
La información que el grupo solicitará y verificará, será eminentemente con fines académicos y con total confidencialidad.

Nos despedimos, de antemano agradecemos su disposición y colaboración que ayudara con el éxito de nuestro proyecto de tesis y para nuestra formación como futuros profesionales.

F 
 MsC. Juan Carlos Aguilar
 Asesor de la Carrera de Radiología e Imágenes




 Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez
 Directora de la carrera de Radiología e Imágenes


 Dr. Rolando Fabricio Girón Fernández
 DOCTOR EN MEDICINA
 J.V.P.M. No. 9525

Anexo 7: Proyecto de intervención

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



PROYECTO DE INTERVENCIÓN

ORGANIZACIÓN DE TALLER ESTUDIANTIL SOBRE LAS MODALIDADES DE TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA EXTERNA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

POR:

Flores Urbina, Cristina Aracely

Mejía Mejía, Karla Alejandra

Andrez Ortiz, José Ángel

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Licenciado en Radiología e Imágenes

DOCENTE ASESOR:

MsC. Juan Carlos Aguilar Ramírez

Ciudad universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa” El Salvador, septiembre de 2024

- **Nombre de la propuesta de intervención**

Organización de taller estudiantil sobre las modalidades de tratamiento de radioterapia externa dirigido a estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador

- **Periodo de inicio y finalización**

10 de octubre de 2024

- **A quienes se dirige el proyecto**

A docentes y estudiantes que conforman la carrera de Radiología e Imágenes que quieran enriquecer sus conocimientos en el área de Radioterapia.

- **Asesor**

Lic. Juan Carlos Aguilar

- **Investigadores responsables**

- ✓ Andrez Ortiz, José Ángel
- ✓ Flores Urbina, Cristina Aracely
- ✓ Mejía Mejía, Karla Alejandra

- **Descripción del proyecto**

El proyecto de intervención tendrá un día de duración donde los investigadores seguirán un protocolo previamente establecido para su organización para su organización con la ayuda en la ponencia de parte de profesionales especializados en el área, que brindarán sus conocimientos con el propósito de profundizar la teoría que posee componente en el sistema modular.

- **Fases del proyecto**

- **FASE 1: Presentación de la propuesta**

Luego de verificar la conveniencia del proyecto de intervención, procede a presentar a las autoridades de la Facultad de Medicina y carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador, lo favorecedor de la ejecución de un taller en el área de radioterapia, así como su alcance y propósito para la comunidad educativa, detallando el presupuesto autofinanciado por el grupo investigador.

- **FASE 2: Planificación**

Una vez obtenida la autorización para llevar a cabo el proyecto en las instalaciones de la Universidad, se definirán los pasos para llevar a cabo el taller, el cuál consiste en una temática de radioterapia dinamizada con el público para que puedan involucrarse y familiarizarse con el tema, reteniendo los conocimientos necesarios, en un entorno propicio para el intercambio de ideas, con los recursos aportados por el grupo investigador, bajo un cronograma de actividades.

- **FASE 3: Ejecución**

El taller se desarrollará en las instalaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, se presentará por la mañana por la accesibilidad con el tiempo, para llevar a cabo cada una de las actividades programadas, proporcionando a los invitados acceso a recursos digitales referente a la temática, que servirá de orientación durante la jornada y como referente de lectura, en casos de necesitar la información para futuros proyectos o tutorías.

- **FASE 4: Evaluación**

En esta fase se analizarán los aspectos negativos y positivos de la ejecución del proyecto, de esta forma podremos determinar si se cumplen las metas y objetivos propuestos por el grupo investigador.

- **Beneficiarios directos e indirectos**

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos
Docentes de la carrera de Radiología e Imágenes	El grupo planificador del proyecto
Estudiantes de modulo X	Estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes

- **Localización**

Se desarrollará en según detalle:

Universidad de El Salvador ubicada en, Ciudad Universitaria “Dr., Fabio Castillo Figueroa”, final avenida “mártires estudiantes del 30 de julio “, San Salvador, El Salvador.

- **Justificación**

El presente proyecto de intervención pretende cubrir conocimientos sobre la temática de modalidades de radioterapia externa para estudiantes de educación superior del área de Radiología e Imágenes, dado que con la ejecución del taller se pretende socializar una temática más puntual en la que los estudiantes presentan deficiencias llegando a afectar la capacidad de realizar procedimientos de manera efectiva y segura, el taller se desarrollará de una manera participativa con el público presente, teniendo de este modo un alcance positivo para la ampliación y/o el reforzamiento de conocimientos con ayuda de profesionales especializados en el área, siendo el grupo investigador los responsables de solicitar y proporcionar los recursos necesarios para lograr el éxito del proyecto.

- **Objetivos**

General:

Organizar un taller estudiantil acerca de las modalidades de radioterapia externa dirigido a estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador.

Específicos:

- ✓ Organizar las actividades y documentación necesaria con el ponente para la socialización con el público presente.
- ✓ Exponer las modalidades de tratamiento con radioterapia externa por profesionales especializados en el área.
- ✓ Evaluar la ejecución del taller estudiantil sobre modalidades de tratamientos de radioterapia externa.

- **Recursos humanos y materiales**

Recursos humanos

- ✓ Andrez Ortiz, José Ángel
- ✓ Flores Urbina, Cristina Aracely
- ✓ Mejía Mejía, Karla Alejandra

Recursos materiales

- ✓ Refrigerio
- ✓ Decoración

- **Presupuesto**

Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Total
Refrigerios	50	\$1.50	\$75.00
Decoración			\$10.00
Total			\$85.00

Anexo 8: Ejecución del proyecto de intervención.

