



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina**

**Escuela Profesional de Tecnología Médica**

**Posición del útero en relación al llenado de la vejiga  
evaluado por tomografía espiral multicorte-simulador,  
en pacientes con cáncer de cuello uterino. Instituto  
Nacional de Enfermedades Neoplásicas, 2018**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Tecnología  
Médica en el área de Radiología

**AUTOR**

Malena del Rocio DIAZ RAMOS

**ASESOR**

Evelina Alejandra MARCELO CARHUAVILCA

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Diaz M. Posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por tomografía espiral multicorte-simulador, en pacientes con cáncer de cuello uterino. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, 2018 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2023.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Malena del Rocio Diaz Ramos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70060283
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Evelina Alejandra Marcelo Carhuavilca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07085251
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4176-4464">https://orcid.org/0000-0003-4176-4464</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Jacobo Ezequiel Saldaña Juárez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06066929
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Isna Liz Larico Pampamallco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40173744
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Elke Marlene Pastor Pastor
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08874311
<b>Datos de investigación</b>	

Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Surquillo Manzana y lote: 2520 Calle: Av. Angamos Este Latitud: -12.112847 Longitud: -76.998452
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2018- Octubre 2018
URL de disciplinas OCDE	Radiología, Medicina Nuclear, Imágenes médicas <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.12">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.12</a>  Oncología <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.21">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.21</a>



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
 Universidad del Perú, Decana de América  
**Facultad de Medicina**  
**Escuela Profesional de Tecnología Médica**



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”



Firmado digitalmente por  
 FERNANDEZ GIUSTI VDA DE PELLA  
 Alicia Jesus FAU 20148092282 soft  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 13.03.2023 11:53:08 -05:00



Firmado digitalmente por SANDOVAL  
 VEGAS Miguel Hernan FAU  
 20148092282 soft  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 10.03.2023 19:43:17 -05:00

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Conforme a lo estipulado en el Art. 113 inciso C del Estatuto de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (R.R. No. 03013-R-16) y Art. 45.2 de la Ley Universitaria 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

- Presidente: Mg. Jacobo Ezequiel Saldaña Juárez  
 Miembros: Mg. Isna Liz Larico Pampamallco  
 Lic. Elke Marlene Pastor Pastor  
 Asesor(a): Lic. Evelina Alejandra Marcelo Carhuavilca

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 10 de marzo del 2023, siendo las 14:00 horas, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado **“POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE-SIMULADOR, EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018”**, para optar el Título Profesional de Licenciada en Tecnología Médica en el Área de Radiología de la señorita:

**MALENA DEL ROCIO DIAZ RAMOS**

Habiendo obtenido el calificativo de:

..... 19 .....  
 (En números)

..... Diecinueve .....  
 (En letras)

Que corresponde a la mención de: ..... Sobresaliente .....

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

.....  
 Presidente

Mg. Jacobo Ezequiel Saldaña Juárez  
 D.N.I: 06066929



.....  
 Miembro

Mg. Isna Liz Larico Pampamallco  
 D.N.I: 40173744

.....  
 Miembro

Lic. Elke Marlene Pastor Pastor  
 D.N.I: 08874311

.....  
 Asesor(a) de Tesis

Lic. Evelina Alejandra Marcelo Carhuavilca  
 D.N.I: 07085251



## INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que suscribe, hace constar que:

**El autor: : DIAZ RAMOS, MALENA DEL ROCIO**

de la tesis para optar el título profesional de Licenciado(a) en Tecnología Médica, en el Área de Radiología,

Titulada:

**“POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE-SIMULADOR, EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018”**

Presentó solicitud de evaluación de originalidad el 12 de octubre del 2022 y el 12 de octubre del 2022 (UTC-0500) se aplicó el programa informático de similitudes en el software TURNITIN con Identificador de la entrega N°: **1923763537**

En la configuración del detector se excluyó:

- textos entrecomillados.
- bibliografía.
- cadenas menores a 40 palabras.
- anexos.

**El resultado final de similitudes fue del 6 %**, según consta en el informe del programa TURNITIN.

EL DOCUMENTO ARRIBA SEÑALADO CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE ORIGINALIDAD  
Operador del software el profesor: Dr. Miguel Hernán Sandoval Vegas.

Lima, 12 de octubre del 2022.



Firmado digitalmente por SANDOVAL  
VEGAS Miguel Hernan FAU  
20148092232 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 12.10.2022 17:41:25 -05:00



**Dr. MIGUEL HERNÁN SANDOVAL VEGAS**  
DIRECTOR  
EPTM-FM-UNMSM

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todo su amor incondicional y su apoyo constante para poder crecer personal y profesionalmente; así mismo, a mis familiares por aconsejarme y alentarme en cada momento de mi vida.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme experimentar esta vida y guiarme en cada momento.

Agradezco a mis asesoras Lic. Evelina Marcelo y Lic. Elke Pastor por su guía, orientación y apoyo en el desarrollo de este estudio de investigación. Un agradecimiento especial al Departamento de Radioterapia- INEN, a los Tecnólogos Médicos: Lic. Milca Verde, Lic. Patricia Vivanco, Lic. Alberto Santos, Lic. Cristopher Taboada; así como a los Médicos Residentes del área de Simulación que apoyaron y contribuyeron durante la recolección de datos para el presente estudio.

También expreso mi agradecimiento a cada paciente que decidió participar en este estudio, sin ustedes no sería posible su realización.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES .....	2
1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.3 OBJETIVOS .....	7
1.3.1 Objetivo general... ..	7
1.3.2 Objetivos específicos... ..	7
1.4 BASES TEÓRICAS .....	8
1.4.1 Base teórica... ..	8
1.4.2 Definición de términos... ..	44
1.4.3 Formulación de la hipótesis... ..	44
<b>CAPÍTULO II: MÉTODOS</b> .....	<b>45</b>
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	46
2.1.1 Tipo de investigación .....	46
2.1.2 Diseño de la investigación.....	46
2.1.3 Población .....	46
2.1.4 Muestra y muestreo.....	46
2.1.4.1 Criterios de inclusión .....	47
2.1.4.2 Criterios de exclusión.....	47
2.1.5 Variables.....	48
2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
2.1.7 Procedimientos y análisis de datos.....	49
2.1.8 Consideraciones éticas .....	50

<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
5.1 Conclusiones.....	66
5.2 Recomendaciones .....	66
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Características generales de las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	52
2	Estadio clínico en las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	53
3	Tamaño del tumor promedio de las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	54
4	Promedio del tamaño del tumor según estadio clínico en las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	54
5	Posición promedio del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	55
6	Variación de la posición del útero en la dirección ventrodorsal con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.	56
7	Variación de la posición del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.	57
8	Variación de la posición del útero en la dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.	58

9	Posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.	60
---	--	----

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Estadio clínico del carcinoma cérvico-uterino.	53
2	Posición promedio del útero en la dirección ventro-dorsal con vejiga vacía y llena.	57
3	Posición promedio del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena.	58
4	Posición promedio del útero en la dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena.	59

## Resumen

**Objetivo:** Determinar la posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

**Metodología:** el estudio fue de nivel aplicativo, con enfoque cuantitativo, prospectivo y de corte transversal y diseño correlacional. El tamaño de muestra fue de 87 usuarias que acuden al servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas y que pasan por el TEM simulador entre los meses de julio a octubre del año 2018. Para analizar las variables descriptivas se utilizaron frecuencias absolutas y porcentuales, medias y desviaciones estándar, y para el análisis estadístico inferencial se hizo uso de pruebas paramétricas (T de Student) y pruebas no paramétricas (Wilcoxon).

**Resultados:** en cuanto a la posición del útero en dirección ventrodorsal, se evidencia variación estadísticamente significativa respecto al borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero en vejiga vacía y vejiga llena ( $p=0.019$ ), para la evaluación desde el borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero se evidencia variación significativa entre vejiga vacía y vejiga llena ( $p=0.000$ ), en cuanto a la posición del útero en dirección cráneo-caudal, hay variación estadísticamente significativa respecto al borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero ( $p=0.000$ ). No se evidenció significancia al evaluar la posición del útero en dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena.

**Conclusión:** Existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga para la dirección ventro - dorsal y cráneo-caudal evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

**Palabras clave:** posición del útero, cáncer de cuello uterino, tomografía espiral multicorte-simulador

## Abstract

**Objective:** To determine the position of the uterus in relation to bladder filling evaluated by Multislice Spiral Computed Tomography - Simulator in patients with cervical cancer at the National Institute of Neoplastic Diseases in 2018.

**Methodology:** The study was of applicative level, with a quantitative, prospective and cross-sectional approach and correlational design. The sample size was 87 patients who attended the radiotherapy service of the National Institute of Neoplastic Diseases and who underwent the Multislice Spiral Computed Tomography – Simulator between July and October 2018. Absolute and percentage frequencies, means and standard deviations were used to analyze the descriptive variables, and parametric tests (Student t) and non-parametric tests (Wilcoxon) were used for the inferential statistical analysis.

**Results:** Regarding the position of the uterus in ventrodorsal direction, there is statistically significant variation with respect to the anterior border of the symphysis pubis to the anterior border of the body of the uterus in empty bladder and full bladder ( $p=0.019$ ), for the evaluation from the anterior border of the symphysis pubis to the posterior border of the body of the uterus there is significant variation between empty bladder and full bladder ( $p=0.000$ ), for the position of the uterus in cranio-caudal direction, there is statistically significant variation with respect to the inferior border of the symphysis pubis to the superior border of the body of the uterus ( $p=0.000$ ). No significance was evidenced when assessing the position of the uterus in latero-lateral direction with empty and full bladder.

**Conclusion:** There are significant varied positions of the uterus in relation to bladder filling for ventro-dorsal and cranio-caudal direction evaluated by Multislice Spiral Tomography - Simulator in patients with cervical cancer at the National Institute of Neoplastic Diseases in 2018.

**Key words:** position of the uterus, cervical cancer, multislice spiral computed tomography-simulator.



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

A nivel mundial, el cáncer de cuello uterino es el segundo tipo de cáncer más frecuente en las mujeres, que ha ocasionado más del 85% de muertes en países de ingresos bajos y medianos.<sup>1</sup> A nivel nacional el cáncer de cuello uterino es la primera causa de morbilidad por cáncer en la mujer peruana y es la neoplasia más frecuente en Lima, registrándose 1579 casos nuevos en el año 2015, según informes del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).<sup>2,3</sup>

Uno de los tratamientos para cáncer de cuello uterino, en cualquier etapa, es la radioterapia, ya sea externa o interna, cabe resaltar que la eficiencia de la radioterapia como un tratamiento curativo para el cáncer de cuello uterino está muy bien documentada. La entrega de la dosis de radiación suele ser entre 40-50 Gy para radiación externa, la cual ha sido probada como una modalidad efectiva para el control local del cáncer de cérvix.<sup>4,5</sup> Las técnicas convencionales empleadas como la radioterapia de haz externo pélvico completo (WPRT), emplea dos campos opuestos para la irradiación. Sin embargo, a pesar de su eficacia, algunos pacientes sufren efectos post tratamiento, propios de este tipo de radioterapia como proctitis, enterocolitis, obstrucción intestinal y fractura ósea. Dichos efectos dependen de la dosis y el volumen de radiación, y todo ello puede conducir a la suspensión de la radioterapia y dar lugar a tasas de supervivencia decrecientes<sup>6</sup>.

Es por ello por lo que muchos estudios reportan que la radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT) y la radioterapia por intensidad modulada (IMRT) tienen una ventaja en la distribución de dosis sobre las técnicas WPRT convencionales, lo cual permite reducir la dosis a órganos críticos, mejorar la conformidad de la dosis con el volumen objetivo y disminuir la incidencia de eventos adversos<sup>6</sup>.

Sin embargo, surge un problema cuando se aplica 3D-CRT o IMRT en las que la dosis es ajustada para el PTV y podemos encontrar regiones de alto gradiente de dosis en la cercanía de los órganos de riesgo o bajo gradiente de dosis en la zona tumoral, debido a la movilidad de los órganos durante el periodo de la radioterapia, lo cual es producido por la reducción del tumor debido a la radiación, o por movimientos fisiológicos. Los cambios

en la posición y la forma en los órganos que constituyen el PTV en las pacientes con cáncer de cuello uterino pueden ser causados por el llenado de órganos cercanos como el recto y la vejiga pudiendo durar un tiempo considerable, según lo reportado en algunos estudios<sup>7</sup>.

En Japón, Maemoto H et al. en el año 2017 realizaron un estudio titulado “Factores predictivos del movimiento uterino durante la radioterapia definitiva para el cáncer de cuello uterino”, con el objetivo de determinar los factores predictivos que afectan el movimiento uterino durante la radioterapia (RT). Fue un estudio retrospectivo y analítico, que se realizó en un total de 38 pacientes sometidos a RT definitiva para el cáncer de cuello uterino. Se comparó la CT previa a la RT (n = 38) y la CBCT intra-tratamiento (n = 315), midiendo el movimiento cervical y corporal en cada dirección. Hallaron que el movimiento medio del cuerpo uterino fue: margen superior (dirección cráneo-caudal),  $7,6 \pm 5,9$  mm; margen anterior (dirección anteroposterior),  $8,3 \pm 6,3$  mm; margen izquierdo (dirección lateral),  $3,3 \pm 2,9$  mm; y margen derecho (dirección lateral),  $3,0 \pm 2,3$  mm. En general, los valores medios para el movimiento cervical fueron menores que los del cuerpo uterino. Asimismo, hubo una correlación significativa, aunque débil entre los cambios en el volumen de la vejiga y el movimiento del margen superior del cuerpo uterino ( $\rho = 0,364$ ,  $P < 0,001$ ). Por otro lado, se halló una diferencia significativa en el movimiento del margen superior del cuerpo entre los subgrupos con y sin antecedentes de cirugía pélvica previa ( $p = 0,007$ )<sup>6</sup>.

En India, Virendra B et al. en el 2016 realizaron un estudio titulado “La asociación del movimiento uterino con el volumen de la vejiga durante la radioterapia en neoplasias malignas ginecológicas”, cuyo objetivo fue evaluar la extensión del movimiento uterino durante la radioterapia para el cáncer de cuello uterino y carcinoma de cuello uterino mientras mantiene un protocolo de llenado de vejiga estricto. Fue un estudio analítico y prospectivo, en el que se incluyeron a 24 pacientes con cáncer cervical o carcinoma del cuerpo uterino que fueron tratados con un acelerador lineal. En los resultados se encontró que, según los cálculos basados en imágenes semanales, los valores medios de desplazamiento en AP, SI, y las direcciones laterales fueron, respectivamente, 0,67, 0,29

y 0,23. La extensión media del movimiento en la posición uterina diaria para los pacientes individuales varió de -2.28 a +1.3 en AP, -0.56 a +0.71 en SI, y de -0.6 a +0.45 en direcciones laterales. El cambio anatómico diario de los pacientes que mantienen un volumen de la vejiga de aproximadamente 100 ml con un recto vacío que puede resultar asimétrico con respecto al volumen objetivo de planificación y, por lo tanto, se requieren márgenes de volumen de la planificación adecuados <sup>8</sup>.

En Inglaterra, Taylor A y Powell M en el año 2008 realizaron un estudio titulado "Evaluación del movimiento uterino y cervical interfaccional: implicaciones para la definición del volumen objetivo de radioterapia en el cáncer ginecológico" que tuvo como objetivo evaluar el movimiento inter-fraccional del útero y el cuello uterino en pacientes con cáncer ginecológico y la selección del margen interno para los volúmenes objetivo de radioterapia. Se utilizó una muestra de 33 pacientes con cáncer ginecológico que tuvieron una resonancia magnética realizada en dos días consecutivos. Los resultados muestran que la diferencia de medias ( $\pm$  1SD) en la posición del cuerpo uterino anterior fue de 7 mm ( $\pm$  9,0) en la dirección AP, de 7,1 mm ( $\pm$  6,8) en el segmento SI y 0,8 mm ( $\pm$  1,3) lateralmente. El desplazamiento medio del cérvix posterior fue 4,1 mm ( $\pm$  4,4) en el segmento SI, 2,7 mm ( $\pm$  2,8) en el segmento AP, 0,3 ( $\pm$  0,8) lateralmente. El desplazamiento en la parte superior de la vagina fue de 2,6 mm ( $\pm$  3,0) AP y 0,3 mm ( $\pm$  1,0) lateralmente. Hubo correlación para el movimiento del SI uterino en relación con el llenado de la vejiga, y para el movimiento de la AP cervical y vaginal en relación con el recto lleno<sup>9</sup>.

En Alemania, en el año 1999, Buchali A et al. realizaron una investigación titulada "Impacto del estado de llenado de la vejiga y el recto en su distribución de dosis integral y el movimiento del útero en la planificación del tratamiento del cáncer ginecológico", con el objetivo de determinar el impacto del estado de llenado de los órganos en riesgo (vejiga y recto) sobre la movilidad del útero y sobre su distribución integral de dosis en la radioterapia del cáncer ginecológico. Se trató de un estudio transversal analítico en el que se empleó como muestra a 29 mujeres que sufrieron de cáncer de cuello uterino o endometrial; a cada una de ellas, se les realizó dos tomografías computarizadas (TC), la

primera TC con vejiga y recto vacío y la segunda con vejiga y recto lleno. Los resultados mostraron que la movilidad para el cuerpo uterino con /sin vejiga y recto lleno fue de 7 mm (intervalo de confianza del 95%: 3-15mm) en dirección craneal /caudal y 4mm (0-9mm) en la parte posterior/anterior. Asimismo, se observó una movilidad cervical de 4 mm ( $21 \pm 6$  mm) en dirección craneal / caudal. Una vejiga llena condujo a una reducción de la media de la dosis de órganos y en la mediana de un  $94 \pm 87\%$  calculada para el 50% del volumen de la vejiga (p 0.05, Wilcoxon's pares sincronizados -rangos prueba). Para el 66% del volumen de la vejiga, la dosis podría reducirse en una mediana de 78 a 61% (p 0.05) y para toda la vejiga entera del 42 al 39% (p 0.05), respectivamente. No se encontró ninguna relación significativa con respecto al estado de llenado del recto y a su carga de dosis integral, debido a la movilidad del útero aumentó los márgenes entre el volumen objetivo clínico (CTV) y un volumen objetivo de planificación (PTV) superior, inferior, anterior y posterior de 15, 6 y 9 mm cada una, respectivamente<sup>10</sup>.

No existen antecedentes a nivel nacional de estudios o investigaciones basadas en el desplazamiento que genera el llenado de la vejiga en el útero en pacientes con cáncer de cérvix y/o ginecológico.

Por lo antes mencionado, se ha visto necesario determinar la posición del útero en relación al llenado de la vejiga en pacientes con cáncer de cuello uterino que son tratadas en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, institución donde se atiende diariamente casos de cáncer de cuello uterino (13.1%), y en cuyo servicio se emplea la radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT) y la radioterapia por intensidad modulada (IMRT); a fin de contribuir en la delimitación del margen interno que se añade al CTV (Volumen Blanco Clínico) para contrarrestar/contrapesar los movimientos y las variaciones de los órganos contenidos en el CTV de modo que se pueda planificar adecuadamente el ITV (Volumen Blanco Interno) y volúmenes de tratamiento; y así, de esta manera conseguir que la irradiación sea en el volumen tumoral.

- Formulación del Problema

¿Cuál es la posición del útero en relación con el llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte- Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018?

## **1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:**

El cáncer de cuello uterino es una de las patologías que más aqueja a las mujeres del mundo y de nuestro país, por lo cual cada vez más diferentes entidades de salud buscan estrategias para poder prevenir y tratar de manera efectiva los casos de cáncer de cuello uterino.

Dado que para el tratamiento con radioterapia externa tridimensional 3D-CRT en la técnica de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) donde se ajustan altas dosis a la forma del volumen objetivo, con gradientes de dosis conformado al margen del volumen objetivo, es fundamental la determinación crucial y exacta del margen interno (MI) a fin de definir el Volumen Blanco Interno (ITV) para lograr el objetivo de tratamiento de manera eficiente; ya que una ligera desviación geométrica podría resultar en una sub dosis al volumen objetivo y/o una sobredosis a los tejidos normales críticos cercanos.

El presente trabajo de investigación permitirá brindar información científica que servirá al equipo multidisciplinario que trabaja en el servicio de Radioterapia, así como al profesional Tecnólogo Médico en Radioterapia al momento de realizar la delimitación de volúmenes, planificación y tratamiento con Radioterapia de Intensidad Modulada y a su vez, beneficiará a las pacientes con cáncer de cuello uterino al recibir un tratamiento óptimo. Asimismo, los datos obtenidos podrán ser usados en los protocolos clínicos en pacientes oncológicos tratados en la institución donde se realizará el trabajo de investigación como en otras instituciones. Además, servirá de base para otros investigadores que deseen estudiar para ampliar o complementar el tema tratado.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general:**

Determinar la posición del útero en relación con el llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la variación de la posición del útero en la dirección ventrodorsal con vejiga vacía y llena.
- Determinar la variación de la posición del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena.
- Determinar la variación de la posición del útero en la dirección laterolateral con vejiga vacía y llena.

## **1.4 BASES TEÓRICAS:**

### **1.4.1 Base teórica**

#### **CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DEL ÚTERO Y DE LA VEJIGA**

El útero y la vejiga son dos órganos que pertenecen al aparato genitourinario, el cual a su vez se divide en aparato urinario (excretor) y el aparato genital (reproductor). Desde el punto de vista embriológico, estos sistemas se encuentran asociados estrechamente. A pesar de que ambos aparatos están separados en las mujeres adultas, la uretra y la vagina se localizan en un mismo espacio situado entre los labios menores, el vestíbulo<sup>11</sup>.

A continuación, se describen los órganos que son objeto de estudio en la presente investigación: la vejiga y el útero.

Vejiga:

Es como un saco membranoso con fuertes paredes musculares que interviene como reservorio de orina entre cada dos micciones. Se encuentra ubicada detrás de la sínfisis del pubis y presenta interiormente una forma triangular, el triángulo de Lieutaud, en cuyos vértices superiores desembocan los uréteres y en el vértice inferior tiene su comienzo la urétra<sup>12</sup>.

La característica principal de la vejiga es su distensibilidad; por lo tanto, su forma, tamaño y posición varían según su estado de repleción. En estado de vacuidad, la vejiga se ubica en la pelvis menor y se presenta frecuentemente bajo el tipo aplanado. Cuando la vejiga se encuentra llena presenta una forma ovoidal y asciende superiormente hacia al abdomen, donde la porción más ancha se ubica postero -inferior y por el contrario la parte más angosta, hacia delante y arriba. Una distensión media de la vejiga presenta una longitud lateral de 8-9 cm, longitud anteroposterior de 6-7 cm y una longitud superior – inferior ligeramente oblicuo de 11-12 cm. El volumen promedio de contención de orina de la vejiga varía entre 150 a 350 centímetros cúbicos y es cuando sentimos la necesidad de orinar. La capacidad fisiológica es de 300 a 350 centímetros cúbicos y ocurre cuando la



pared de la vejiga es propensa a expulsar la orina al accionar una respuesta mayor a la resistencia del esfínter<sup>13</sup>.

Estos parámetros son importantes en tratamientos como la radioterapia pélvica donde se evalúa órganos como el útero, donde un enfoque común para limitar los cambios de llenado de la vejiga depende de las instrucciones a las pacientes para ingerir agua, dirigidas al tratamiento diario con una vejiga llena. Sin embargo, la eficacia de un protocolo de vejiga completo a menudo es limitada, ya que todavía se produce gran variabilidad entre fracciones en el volumen de la vejiga y una disminución de volumen durante el tratamiento<sup>14</sup>.

Útero:

El útero es un órgano muscular hueco que tiene forma de pera invertida. Es una estructura muy dinámica ya que cambia su tamaño y proporciones, con los diversos cambios vitales. Se encuentra ubicado por detrás de la vejiga y por delante del recto, medial a los ovarios y trompas de Falopio y continúa caudalmente con la vagina<sup>15</sup>.

El útero está conformado por dos partes: el cuerpo y el cuello. El cuerpo uterino forma los dos tercios superiores del útero. Su cavidad interna es triangular con dos ángulos superiores (que continúan lateralmente con las trompas de Falopio) y un orificio inferior (istmo) que comunica con el cérvix o también llamado cuello uterino, el cual comprende el tercio inferior, tiene una forma cilíndrica y mide alrededor de 2.5-3 cm y tiene dos porciones: supravaginal e intravaginal. En la mujer nulípara la longitud del útero es de 6.5 cm y la cavidad uterina tiene una capacidad de 2-3 centímetros cúbicos. En el fondo y en sentido transversal mide 4cm y 2.5cm en su diámetro anteroposterior<sup>16</sup>.

Respecto a su posición, este órgano puede ser medido de la siguiente manera:

- Cráneo-caudal: Muestra un eje longitudinal, supero-inferior.
- Latero-lateral : Muestra un eje transversal, de dirección horizontal y dispuesto de lado a lado del cuerpo.

- Ventro-dorsal : Muestra un eje sagital, antero-posterior, de dirección horizontal y perpendicular a los planos <sup>17</sup>.

Considerando el útero como un órgano aislado, se establece un punto central en la porción inferior del istmo y corresponde a un punto de unión entre el cuerpo y cuello uterino. En relación con este punto, el eje del cuerpo del útero y el eje del cuello uterino forman un ángulo abierto hacia adelante (conocido como “anteflexión”) de 120° a 170°. Mientras que, relacionando el punto central del útero con la pelvis ósea, esto es, en relación al eje umbilico – coccígeo se encuentra también hacia adelante, conocido como “anteversión”. Esta posición fisiológica común del útero en anteversoflexión en las mujeres adultas puede presentar ciertas variaciones con regularidad debido al volumen que contienen los órganos adyacentes como la vejiga y el recto generando ciertos desplazamientos a considerar. En la mujer joven y que no hay tenido ningún hijo, la posición del útero en anteversión puede presentar un desplazamiento en el parametrio del lado derecho, mientras que en las mujeres multíparas la posición del útero en anteversoflexión se reduce considerablemente. Estas condiciones demuestran porque el fondo del útero se mueve en sentido contrario al del cérvix, de modo que en el posicionamiento menos frecuente como es el “retroverso” el fondo uterino se desvía hacia atrás mientras que el cérvix se traslada hacia adelante <sup>18</sup>.

Por otro lado, el cuello uterino está revestido por el peritoneo y el cuello del útero está sujeto al “tejido pélvico subperitoneal” que se une y extiende con la base del ligamento ancho sin límites marcados generando el “espacio de Maissonnet”, esta particularidad esclarece la presencia de colecciones patológicas <sup>18</sup>. A continuación, se desarrollará una de las enfermedades más comunes en este órgano como el cáncer de cuello uterino.

## **CÁNCER DE CUELLO UTERINO**

El cáncer representa uno de los motivos más importantes de mortalidad en los países menos desarrollados económicamente; se espera que la carga crezca a nivel mundial debido al crecimiento y envejecimiento de la población, en los que reside el 82% de la población mundial <sup>29</sup>. El cáncer de cuello uterino y las lesiones premalignas se comportan

como una enfermedad de transmisión sexual, asociada especialmente a la infección por el virus de papiloma humano (VPH) siendo este el principal factor de riesgo, relaciones sexuales precoces, uso continuo de pastillas anticonceptivas, distintos compañeros sexuales, paridad elevada y el tabaquismo también aumentan la predisposición a contraer cáncer cervicouterino <sup>20</sup>.

### **Clasificación del Carcinoma Cérvico-uterino**

Según la Federación Internacional de Ginecoobstetricia el cáncer de Cuello Uterino se clasifica en <sup>21,22</sup>:

- Estadio I: Describe el tumor maligno que afecta únicamente al cuello del útero. El diagnóstico de los estadios IA1 Y IA2 se realizan mediante una conización que consiste en la extracción de una muestra microscópica tomada alrededor de la zona lesionada.
  - Estadio IA: Carcinoma invasivo demostrado únicamente mediante un estudio microscópico. Ocupa solamente el estroma con una medida hacia el interior de  $\leq 5\text{mm}$  y extensión de  $\geq 7\text{mm}$ .
    - Estadio IA1: Se encuentra una ocupación cancerígena del estroma con una medida máxima de 3 mm hacia el interior y 7 mm de extensión.
    - Estadio IA2: Se encuentra una ocupación cancerígena del estroma que mide entre 3-5 mm hacia el interior y una extensión  $\leq 7$  mm.
  - Estadio IB: Lesiones clínicamente visibles en cuello uterino, o lesiones preclínicas mayor que en el estadio IA. Se encuentran en este estadio toda lesión visible macroscópicamente con invasión superficial.
    - Estadio IB1: Lesiones clínicas  $\leq 4$  cm.
    - Estadio IB2: Lesiones clínicas  $> 4$  cm.

- Estadio II: El carcinoma se extiende fuera del cuello uterino sin comprometer el tercio inferior de vagina ni pared pélvica.
  - Estadio IIA: Invasión de los dos tercios superiores de vagina, sin evidente invasión de parametrial.
  - Estadio IIB: Invasión de parametrial evidente, pero no afecta la pared pélvica.
- Estadio III: El tumor maligno se disemina hacia la pared pélvica de los laterales y ocupa el tercio inferior de la vagina. Todas las zonas entre el tumor y la pared pélvica están invadidas por el cáncer. Pertenecen al estadio III, todos los cánceres con hidronefrosis o disfunción renal.
  - Estadio IIIA: Tercio inferior de la vagina afectada, pero ninguna extensión en la pared pélvica.
  - Estadio IIIB: Extensión a la pared pélvica. Presencia de hidronefrosis o disfunción renal.<sup>21</sup>
  - Estadio IIIC: El tumor afecta a los ganglios linfáticos circundantes y, son identificados por estudios de imágenes o patológicos.
    - Estadio IIIC1: El tumor se extiende y afecta a los ganglios linfáticos pélvicos.
    - Estadio IIIC2: El tumor se extiende y afecta a los ganglios linfáticos de la región paraaórtica.<sup>22</sup>
- Estadio IV: Se caracteriza porque el carcinoma invade la mucosa de la vejiga y/o del recto y se extiende más allá de la pelvis verdadera.
  - Estadio IVA: El tumor se extiende a órganos pélvicos cercanos.

- Estadio IVB: El tumor se extiende a órganos distantes.<sup>21</sup>

## **Tratamiento**

De acuerdo al estadiaje clínico, el tratamiento es el siguiente<sup>23, 24, 25</sup>:

Para lesiones invasoras:

- Estadio I A1:

Histerectomía extrafascial o Histerectomía Radical Modificada con resección quirúrgica de ganglios linfáticos de la pelvis en caso de compromiso linfvascular.

Pacientes en los que no se pueda proceder quirúrgicamente se emplea Braquiterapia intracavitaria de alta tasa de dosis con una dosis total de 70 a 80 Gy en 3 a 4 fracciones (INEN).

- Estadio I A2:

Histerectomía Radical Modificada Tipo II con resección quirúrgica de ganglios linfáticos de la pelvis.

Pacientes en los que no se pueda proceder quirúrgicamente se emplea Braquiterapia intracavitaria de alta tasa de dosis con una dosis total de 70 a 80 Gy en 3 a 4 fracciones (INEN).

- Estadio I B1 y IIA1 (<4cm)

Histerectomía Radical Modificada Tipo III con resección quirúrgica de ganglios linfáticos de la pelvis y una muestra para evaluar ganglios para-aórticos.

Estadio IB1: En caso de una invasión < 2cm donde se busque resguardar la fertilidad en la paciente se procede con Traquelectomía radical con resección

quirúrgica de ganglios linfáticos de la pelvis y una muestra para evaluar ganglios para-aórticos.

Estadio IIA1: En caso de no poder proceder quirúrgicamente, se opta por Braquiterapia intracavitaria de alta tasa de dosis con una dosis total de 70 a 80 Gy en 3 a 4 fracciones (INEN) más Radioterapia externa pélvica de 45 a 50 Gy.

- Estadios I B2, IIA2 (>4cm), IIB, IIIA, IIIB y IVA:

Radioterapia externa pélvica concomitante con Quimioterapia con cisplatino. Se puede adicionar Braquiterapia intracavitaria de alta tasa de dosis de 70 a 80 Gy en 3 a 4 sesiones.

- Estadio IVB:

En este estadio puede usarse la Radioterapia Paliativa cuyo propósito es mitigar el padecimiento principal o el cáncer metastásico. Por otro lado, respecto a la Quimioterapia, hasta el momento no se ha encontrado un tratamiento terapéutico que provea un alivio de manera considerable en la sintomatología presente en este estadio; sin embargo, se puede emplear: cisplatino, ifosfamida, paclitaxel, combinaciones como ifosfamida mas cisplatino, gemcitabina mas cisplatino, paclitaxel mas cisplatino o irinotecan.<sup>23, 24, 25</sup>

## **RADIOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA (IMRT)**

La radioterapia de intensidad modulada (IMRT) es una técnica avanzada de radioterapia tridimensional (3D-CRT) modificada y mejorada que permite con mayor precisión cumplir el objetivo de la radioterapia.

Esta técnica al igual que la 3D-CRT se basa en las imágenes tomográficas axiales obtenidas en la simulación 3D o virtual para realizar la planificación del tratamiento, y a

diferencia de la 3D-CRT la planificación puede ser inversa; de modo que, además de especificarse la dosis total y dosis fracción, se esclarece inicialmente las restricciones de dosis para que el computador mediante algoritmos y procesos de optimización, muestre un plan de tratamiento óptimo que cubra todos estos requerimientos dosimétricos y clínicos prescritos<sup>26</sup>.

La Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) se realiza en un equipo de tratamiento que cuenta con un “colimador multiláminas”, donde las láminas están motorizadas individualmente para permitir dar forma (conformar) al haz de radiación de manera específica según sea el caso y, a diferencia de la 3D-CRT, la luz del haz de radiación es móvil incluso durante la irradiación. Además de esto, el haz de radiación conformado que irradia cada campo de tratamiento al volumen objetivo desde distintas angulaciones, está formado por múltiples segmentos (llamados “beamlets”) que pueden destinar diferentes pesos e intensidades generando así un haz de radiación con intensidad variable (“no uniforme”) permitiendo de esta manera que la distribución sea “homogénea” y “conformada”.<sup>27</sup>

Una distribución de dosis “conformada” a la anatomía de los volúmenes implicados sumado a la característica de generar un alto gradiente de dosis, es decir, que la dosis puede variar drásticamente en la cercanía del volumen objetivo; posibilitan que las zonas de penumbra se reduzcan a los límites del volumen objetivo y la cantidad de tejidos sanos expuestos a una alta dosis de radiación se reduzcan significativamente logrando una disminución drástica en las complicaciones agudas y crónicas, además de favorecer el aumento de dosis en la zona tumoral sin repercusiones en la toxicidad para el paciente. Por otro lado, que la gradiente de dosis pueda ser controlada permite una distribución de dosis “homogénea” en el tumor minimizando zonas de sobredosis o subdosis en la región a tratar. Además, debido a que los diferentes volúmenes objetivo (como el GTV, CTV y regiones ganglionares) deben de recibir una dosis distinta, esta técnica facilita el poder realizar lo que se conoce como “Boost” en un solo plan de tratamiento haciendo que no se alargue.<sup>27</sup>

Para aprovechar las ventajas que ofrece la técnica de radioterapia de intensidad modulada se requiere de un alto grado de precisión en la secuencia de procedimientos desde la localización del tumor hasta la entrega de dosis en el tratamiento con radioterapia. La correcta definición y contorno del volumen objetivo y tejidos sanos circundantes, simulación TC, cálculo de la dosis, planificación del tratamiento, posicionamiento del paciente en el acelerador lineal, verificación con radioterapia guiada por imágenes (IGRT) previas a cada tratamiento; son procesos que requieren ser realizados con un control estricto de calidad para evitar cualquier posibilidad de error.<sup>26</sup>

Es importante tener en cuenta que los tumores pueden presentar un movimiento, así como un cambio en su tamaño, forma y volumen debido al tratamiento impartido por radioterapia y puede presentarse en su culminación o en el proceso de este. Así mismo, los pacientes pueden mostrar variaciones en su peso, movimiento fisiológico de los órganos internos o diferencia en el volumen del contenido de estos. Dichas variaciones pueden generar que los órganos en riesgo se ubiquen en una zona de alta dosis que corresponde al volumen tumoral a irradiar y/o que el volumen tumoral este fuera y se ubique en una zona de baja dosis, lo que generaría un acrecentamiento considerable de efectos secundarios en el paciente, así como una disminución significativa en el control tumoral, respectivamente.

Estas incertidumbres generan limitaciones en el desarrollo eficiente de la técnica IMRT, por ello se han desarrollado métodos adicionales que ayudan en cierta medida a su correcta realización y en los últimos años se han publicado numerosos estudios directos e indirectos que comprueban las ventajas dosimétricas de la IMRT frente a otras técnicas convencionales <sup>26</sup>.

## **SIMULACIÓN**

La simulación consiste en reproducir ciertas condiciones (posición del paciente, accesorios de inmovilización) en las que se encontrará el paciente cuando reciba el tratamiento y en definir ciertos parámetros (equipo y técnica de tratamiento, tamaño del campo), con ayuda de un equipo que provea imágenes radiográficas o tomográficas



(dependiendo de la modalidad de simulación) de la zona a tratar con el objetivo de ubicar y demarcar la zona tumoral para realizar posteriormente la planificación del tratamiento. Este es el primer procedimiento del proceso radioterápico y se realiza a todos los pacientes<sup>28,29,30</sup>.

Anteriormente se realizaba la simulación 2D o simulación convencional con un equipo de rango diagnóstico con fluoroscopia para delimitar los campos de tratamiento guiándose de referencias óseas visualizadas en las radiografías para la aproximación a la región anatómica a tratar. En la actualidad, se realiza la simulación 3D con un tomógrafo computarizado que permite obtener imágenes axiales de la región anatómica y reconstruirla en otros planos para definir con precisión el volumen objetivo, así como la delimitación de los órganos en riesgo para realizar un tratamiento radioterápico de alta calidad<sup>28</sup>.

### **Simulación virtual (3D):**

La simulación virtual o Simulación 3D se define a aquella modalidad que se realiza en un sistema de planificación 3D beneficiado por Tomografía Computarizada (TC) la misma que proporciona información anatómica tridimensional de la región a tratar mostrando con claridad los tejidos blandos para poder contornear el objetivo y/o volúmenes de interés. Este proceso es indispensable y decisivo para garantizar un alto grado de exactitud en la planificación de tratamiento con radioterapia.

La simulación 3D permite introducir múltiples cortes transversales de TC en la ecuación de planificación del tratamiento como parte de un conjunto de datos grande y complejo. Con estos sofisticados ordenadores, las secciones transversales se pueden sintetizar en un volumen 3D unificado, proporcionando una visualización gráfica de la anatomía 3D tanto del tejido normal como de una región tumoral o tumor aislado, en la planificación interactiva del tratamiento 3D en el momento de la simulación de TC. En consecuencia, se pueden apreciar relaciones complejas entre estructuras anatómicas dentro de la pantalla de visualización del tratamiento; esto facilita el diseño de un plan de tratamiento óptimo a través del escaneo rápido de varios haces de tratamiento y matrices de campo.

Otra característica importante de la simulación 3D CT es la capacidad de generar una radiografía digitalmente reconstruida (DRR), o pantalla de visión del haz, que permite la verificación del campo de tratamiento utilizando técnicas convencionales con imagen portal. La simulación de TC permite la reconstrucción multiplanar a través de cualquier plano de tratamiento, lo que facilita la terapia no coplanar, de modo que prácticamente cualquier campo de tratamiento plano se puede calcular utilizando sistemas de planificación de tratamiento bidimensionales estándar (2D). Las posibles ventajas incluyen la administración segura de dosis más altas de radiación y la minimización de las posibilidades de toxicidad y complicaciones.

La tecnología de planificación del tratamiento tridimensional también permite el análisis del histograma de dosis-volumen. Esta es una forma más precisa y óptima de comparar (en un sentido 3D) un plan de tratamiento con el otro, compara el volumen del tumor con el del tejido sano que se irradia visualizando así la dosis recibida de acuerdo con el volumen porcentual de tejido. La planificación del tratamiento 3D reduce los efectos secundarios y la toxicidad en los pacientes tratados con dosis estándar para sus neoplasias malignas.<sup>31</sup>

### **Procedimiento de Simulación 3D CT.**

- Adquisición de datos CT

El escaneo tomográfico computarizado se realiza en un gantry de apertura de 85cm y una camilla plana, que se integra en un simulador virtual computarizado capaz de una reconstrucción volumétrica en 3D y reconstrucción multiplanar de las imágenes tomográficas obtenidas, para la planificación del tratamiento.

Un sistema de proyección láser isocentro se monta en la sala; el sistema combina dos láseres sagitales fijos y uno móvil con una variación de sólo 2 mm en un período de 6 meses. Las radiografías digitalmente reconstruidas (DRR) con información del volumen objetivo superpuesta son generadas por la computadora y transferidas a un procesador de película de TC disponible comercialmente. El análisis de los DRR revela una aceptable

coincidencia en los detalles óseos y anatómicos comparado con las imágenes obtenidas por el IGRT en los aceleradores lineales.

La simulación TC que consta del posicionamiento del paciente, adquisición de datos de TC, contorneado del órgano objetivo y volúmenes de interés, definición del isocentro y proyección del isocentro en el paciente; tiene una duración promedio menor a 1 hora. Esta cantidad de tiempo que el paciente pasa en la camilla de TC es considerablemente menor que con los simuladores convencionales<sup>31</sup>.

- Planificación del tratamiento

La simulación TC requiere una perspectiva y expectativas diferentes de la simulación convencional. En esta última, el médico determina los bordes de un campo, mientras que, con la simulación de TC, el médico contornea el volumen de tratamiento, y la computadora determina el isocentro de un campo. Por consiguiente, con la simulación de TC y la planificación interactiva del tratamiento 3D, el médico identifica un órgano u objetivo de interés junto con un anillo de tejido normal para tener en cuenta la posición del paciente y la extensión microscópica de la enfermedad más allá de la lesión que mejora visto en el escaneo tomográfico.

Cuando se realiza el contorneado de un volumen de interés, la selección computarizada de un isocentro se puede realizar en el momento de la simulación virtual y un isocentro es colocado en el centro del volumen 3D. Sin embargo, en la radioterapia, un órgano aislado o un nódulo tumoral no siempre se trata con un campo pequeño. Por lo tanto, se debe definir un volumen de interés, como la mama intacta, un hueso largo, una región de ganglios linfáticos, o múltiples regiones de ganglios linfáticos, como un campo cubierto.

La simulación tridimensional de TC con posicionamiento e inmovilización precisos permite una rápida adquisición de datos, contorneado de estructuras clave, la selección de un isocentro, ya sea manualmente o calculado por el ordenador, y la reconstrucción 3D, con la generación de una RRD en la que el volumen objetivo se superpone a la radiografía. Una vez determinado el isocentro, la planificación del tratamiento puede tardar minutos u horas, dependiendo de la complejidad deseada. Los ángulos de campo exactos se pueden

determinar después de que el paciente ha salido de la sala de simulación con un isocentro marcado en la piel del paciente.<sup>31</sup>

- Radiografía digitalmente reconstruida (DRR)

Una desventaja de la simulación convencional es que proporciona solo detalles del hueso. En el caso del pulmón, la simulación convencional puede visualizar masas de tejido blando si están dentro del parénquima pulmonar. Sin embargo, este tipo de simulación generalmente no visualiza la implicación mediastínica e hilar, así como lo hace una representación de simulación 3D CT. Cuando la simulación convencional se realiza para el abdomen o la pelvis, los agentes de contraste pueden permitir delinear el órgano con mayor precisión. Al tratar el cerebro, el cirujano dejará ocasionalmente un colgajo óseo, que puede ayudar a localizar el volumen del tumor. Si el volumen del tratamiento no se puede visualizar, puede ser necesario un campo mayor que si se utilizó la simulación de TC.

Con un DRR, el volumen tumoral contorneado se superpone a la radiografía. Esta radiografía tiene en cuenta la divergencia del haz, y es una representación precisa del haz de tratamiento ya que se puede visualizar con una imagen portal. La simulación tradicional permite obtener radiografías en direcciones anterior-posterior (PA), posterior-anterior (PA), oblicuas o laterales. El tratamiento con campos superiores o inferiores, como un campo de vértices en el tratamiento de tumores cerebrales o campos oblicuos inferiores en el tratamiento del cáncer de próstata, es difícil de simular a menos que esté optimizado con simulación 3D. Este enfoque terapéutico, denominado "terapia no coplanar", se refiere al tratamiento que se da en cualquier cosa que no sea el plano transaxial estándar o plano TC<sup>31</sup>.

Utilizando la simulación virtual interactiva, los haces ahora se pueden establecer desde prácticamente cualquier dirección o ángulo. Esto permite proteger las estructuras críticas, como la médula espinal, el riñón, los ojos o el hígado, y, en consecuencia, administrar dosis más altas al volumen tumoral. Mientras que la terapia no coplanar permite el uso de haces múltiples (de hecho, ha habido una tendencia de los radioncólogos a utilizar haces

múltiples para tratar una lesión), nos ha sorprendido la capacidad de sólo tres campos no coplanares para reducir drásticamente las dosis a las estructuras cruciales<sup>31</sup>.

- Cálculos de dosis 3D

Utilizando la simulación 3D CT, es posible hacer reconstrucción multiplanar a través de prácticamente cualquier plano de tratamiento. De esta manera, es posible obtener muy buen cálculo de dosis utilizando sistemas de planificación de tratamiento 2D estándar que están aprobados por la FDA y tienen un historial probado para uso clínico. Con los sistemas de planificación de tratamiento 3D disponibles actualmente, uno puede mirar a través de todo el volumen que se está tratando y planificar los aspectos superiores e inferior, en lugar de sólo el cálculo de dosis de nivel medio que un sistema 2D facilita para el tratamiento no coplanar. La mayoría de los sistemas de planificación 3D todavía muestran las isodosis en un corte a través del plan de tratamiento, aunque las representaciones de isodosis 3D están ahora disponibles en las que una isodosis se puede seleccionar; es decir, si una porción del volumen tumoral está siendo insuficientemente dosificada, se proyecta a través de la representación 3D de la isodosis<sup>31</sup>.

- Histograma dosis-volumen.

Los histogramas dosis-volumen muestran la dosis recibida de acuerdo con el porcentaje de volumen de tejido y pueden ser generados por la computadora mirando el volumen objetivo y comparándolo con los tejidos que están en riesgo y que también se contornean en el momento de la planificación del tratamiento. La planificación del tratamiento tridimensional permite el análisis volumétrico del área tratada, y como tal, puede ayudar en el diseño de campo que puede ser difícil de visualizar en el momento de la simulación virtual<sup>31</sup>.

### **TOMÓGRAFO ESPIRAL MULTICORTE-SIMULADOR**

Es el equipo Simulador TC con el cual se realiza la obtención de las imágenes para la simulación virtual y planificación de tratamientos volumétricos tridimensionales (3D) interactivos; esto permite a los departamentos de radiooncología operar sin simuladores de rayos x convencionales<sup>31</sup>.

El Tomógrafo Espiral Multicorte (TEM)- simulador es un Tomógrafo Computarizado (TC) que posee particulares características técnicas como una geometría de escaneo en espiral, un mayor número de línea de detectores, genera múltiples cortes durante el escaneo disminuyendo así el tiempo de adquisición de las imágenes logrando que el paciente permanezca menos tiempo en mesa; y que ha sido personalizado acorde a aquellas particularidades propias de la radioterapia<sup>32</sup>.

El simulador TC se diferencia de los TC de diagnóstico en las siguientes características: el tamaño o apertura del gantry, mesa plana y software de planificación, además de láseres colocados en la sala de simulación.

Los TC de diagnóstico tienen un gantry de apertura de 65 cm de diámetro y mesa curvilínea; mientras que el TEM simulador ubicado en el servicio de Oncología Radioterápica posee una apertura de gantry de 80 cm o mayor que permite el ingreso del paciente junto con los sistemas de inmovilización para mantener la posición del paciente durante la simulación y tratamiento con radioterapia. Una de las claves para un óptimo tratamiento con radioterapia es la reproducibilidad de este, para ello se requiere que la mesa del TEM Simulador sea idéntico a los equipos o unidades de tratamiento como los aceleradores lineales; por lo tanto, es plana, rígida y permite indexar los sistemas de inmovilización. Por otro lado, dentro de la sala de simulación se encuentra un sistema de tres láseres externo al TEM simulador con la misma precisión de los encontrados en la sala de irradiación que aseguren la reproducibilidad a lo largo del tiempo del tratamiento<sup>33</sup>.

La Tomografía Computarizada permite adquirir imágenes axiales de la zona a tratar de los pacientes mostrando información anatómica sobre la zona tumoral en cuanto a su forma, tamaño, ubicación y extensión; así como de los tejidos y órganos sanos a su alrededor. Debido a esto, se puede realizar un contorno interno y externo de dichas estructuras para una delimitación de volúmenes, cálculo en la distribución de la dosis y planificación de tratamiento más exactos. Asimismo, la Tomografía Computarizada brinda notables datos geométricos; así como acerca de las densidades de los tejidos representado en lo que se conoce como “Unidades Hounsfield” para realizar el cálculo correcto de la dosis durante

la planificación considerando la estrecha relación de la radiación con los tejidos<sup>27,28</sup>. Estas imágenes tomográficas son exportadas a un computador con un software que funciona como un simulador debido a que emula los movimientos del simulador físico y la interacción con un “paciente virtual” el cual es generado a partir de los datos de TC<sup>31</sup>.

Para cumplir con las demandas de la planificación de radioterapia, el TEM simulador posee un ordenador con un software que permite contornear el volumen objetivo y órganos de riesgo en las imágenes tomográficas; para luego, llevar a cabo la planificación de tratamiento donde se realiza la “dosimetría clínica” y el diseño de campos de tratamiento. Este software permite también la obtención de las imágenes digitales reconstruidas (DRRs) las cuales son enviadas y superpuestas con las imágenes portal obtenidas en el equipo de tratamiento para el inicio del tratamiento con radioterapia<sup>33,34</sup>.

## COMPONENTES DEL TEM-SIMULADOR

El simulador de TC consta de un scanner TC de calidad diagnóstica, sistema láser de posicionamiento, sistema de marcado, software de simulación virtual, software de planificación de tratamiento 3D, y diferentes dispositivos de salida de copias impresas.

El scanner CT se utiliza para adquirir una tomografía computarizada volumétrica de un paciente que representa al paciente virtual y el software de simulación crea funciones virtuales de un simulador convencional. La selección adecuada de los componentes de un simulador de TC o un simulador TC como un paquete comercial es muy importante, ya que afectará notablemente al resto del proceso de planificación y entrega del tratamiento en una clínica<sup>35</sup>.

### A. CT SCANNER

- **GENERACIÓN:** La clasificación histórica común del escáner de TC es en cuatro generaciones:

Primera generación: tubo de rayos X y un solo detector se trasladan y rotan juntos,

Segunda generación: múltiples detectores lineales involucrados, tubo de rayos x y movimientos de traslación y rotación,

Tercera generación: geometría de haz de abanico con múltiples detectores, el tubo de rayos X y el detector giran juntos,

Cuarta generación: geometría de haz de abanico con Rotación completa del tubo de rayos X alrededor de un anillo fijo de detectores de rayos X.

Los escáneres disponibles comercialmente en la actualidad son el tercero o cuarta generación. Ambas generaciones de escáneres dan excelentes imágenes sin ventajas significativas de uno sobre el otro.<sup>35</sup>

- TUBO DE RAYOS X: Dos características de los requisitos de la guía de proceso de simulación de TC para la selección de tubos de rayos X:

- a) Gran número de imágenes por estudio: Las imágenes tomográficas obtenidas en la simulación TC implican un mayor número de imágenes que las obtenidas para diagnóstico. Dependiendo de la zona anatómica a tratar y de la longitud del volumen escaneado se obtienen normalmente entre 80 a 200 imágenes por pacientes.
- b) Tiempo de adquisición de estudio rápido: un estudio de simulación de TC debe ser obtenido en una sola adquisición rápidamente. El tiempo de escaneo rápido minimiza el movimiento artefactos (debido a la respiración o al movimiento del paciente). En adición, si el volumen escaneado no tiene una imagen adquisición continua única; el paciente puede moverse entre adquisiciones y distorsionar la integridad espacial del estudio. El tubo de rayos X del simulador de TC debe tener una gran capacidad calórica; así como gran capacidad de carga del ánodo y disipación de calor para soportar las cargas de calor muy altas asociadas con la gran cantidad de imágenes adquiridas en un rápido secuencia<sup>35</sup>.



- **GEOMETRIA DEL ESCANEEO:** axial o espiral (helicoidal): Los modos de escaneo axial y espiral han sido descritos en muchas publicaciones.

Prácticamente todos los escáneres modernos son equipos espirales (helicoidales), nombre que recibe por la geometría resultante a la trayectoria que realiza el tubo de rayos x en torno al paciente. Estos escáneres durante el procedimiento son capaces de generar una rotación continua del tubo de rayos x mientras la mesa se mueve con el paciente en él, a través del plano de imagen y el gantry del escáner. Con esta técnica en espiral o helicoidal, se adquieren rodajas o volúmenes de tejido en lugar de cortes individuales (que corresponde a la técnica axial), por lo que la técnica a veces es denominada escaneo volumétrico. El tiempo de adquisición en las imágenes en espiral es inferior a un segundo, de modo que la obtención de estas imágenes rápidas hace que el escaneo en espiral sea la opción preferida para la simulación de TC <sup>35</sup>.

- **ESCANEEO DE UN SOLO CORTE Y DE MÚLTIPLES CORTES**

La principal ventaja de los escáneres multicorte es la capacidad de adquirir imágenes más rápido que los escáneres de un solo corte. Un sistema de cuatro cortes con una rotación de 0,5 segundos puede adquirir datos de volumen hasta 8 veces más rápido que un equipo de corte único con una rotación de 1 segundo. Debido a la mayor longitud de volumen de imágenes por rotación de tubo (múltiples cortes simultáneamente), la carga de calor del tubo durante un escaneo de un cierto volumen de paciente es menor para multicorte que para un escáner de un solo corte. Esto permite que se utilice un grosor de corte más fino para escanear o volúmenes más largos para escanear. Los tiempos de adquisición más rápidos, la disminución de la carga del tubo (que permitirá escanear volúmenes más largos en una sola adquisición), y grosor de corte más fino asociado con escáneres multicorte pueden ofrecer una ventaja potencial sobre sistemas de un solo corte para propósitos de la simulación de TC<sup>35</sup>.

- **APERTURA DEL GANTRY:** cuando los pacientes son escaneados con fines diagnósticos, por lo general están en posición supina con la cabeza hacia el gantry, brazos a los lados o en el pecho, y las piernas extendidas. Los escáneres de TC para diagnóstico

tienen predominantemente aberturas de 70 cm de diámetro. Esto es bastante adecuado para fines de escaneo de diagnóstico. Para fines de simulación TC, los pacientes a menudo se encuentran en posiciones que puede evitar que entren en el orificio de 70 cm apertura, por ello una apertura ampliada permite la entrada de dispositivos de inmovilización y pacientes en posiciones que se utilizan comúnmente en oncología radioterápica.

El escáner de 85 cm también tiene mayor scanned field of view (SFOV)-60 cm en comparación con 48 cm en la mayoría de las unidades de 70 cm de diámetro. El aumento de la SFOV permite la visualización completa de pacientes de mayor tamaño y dispositivos de inmovilización. Esta característica es importante para evaluar completamente las dimensiones externas del paciente que son necesarias para una dosis exacta y el cálculo de la unidad motor (unidad mínima de funcionamiento de un acelerador lineal.). Debido a la configuración superior e inmovilización del paciente y SFOV más grande, el escáner de calibre grande de 85 cm demuestra ser una herramienta valiosa en la simulación de TC<sup>35</sup>.

- **MESA:** La mesa o camilla del simulador TC debe tener una parte superior plana similar a las máquinas de tratamiento de radioterapia. Además, debe incluir dispositivos de registro disponibles en el mercado.

El dispositivo de registro permite mover el dispositivo de inmovilización del paciente del simulador de TC a una máquina de tratamiento, de manera reproducible. La mesa debe tener una holgura inferior a 2 mm. Esto es de acuerdo con las especificaciones de los aceleradores lineales. El límite de peso de la mesa debe ser comparable a los de los aceleradores lineales médicos (al menos 400 a 450 libras)<sup>35</sup>.

- **LÁSERES DE MARCADO DE PACIENTES:** se necesita un sistema láser para proporcionar marcas de referencia en la piel del paciente o en el dispositivo de inmovilización.

Sistema de láser para simulación CT está compuesto:

- Láseres de pared: verticales y horizontales, montados al lado del pórtico y típicamente inmóvil
- Láser sagital - Sencillo de techo o pared láser, preferiblemente móvil. La camilla del escáner puede moverse hacia arriba / abajo y adentro / afuera pero no puede moverse izquierda / derecha, por lo que el láser sagital debe mover hacia la izquierda / derecha para permitir marcar lejos de línea media del paciente.
- Láseres de escáner: montaje interno, vertical y láseres horizontales a ambos lados del pórtico y un láser sagital aéreo.

Los láseres deben ser espacialmente estables a lo largo del tiempo y permitir el ajuste posicional<sup>35</sup>.

- **RENDIMIENTO DE CALIDAD DE IMAGEN:** La piedra angular para la planificación del tratamiento de radioterapia conformada 3D (3DCRT) son las imágenes del paciente. Estas imágenes deben ser de una alta calidad diagnóstica y el simulador TC debe ser capaz de producir este tipo de imágenes.

Al adquirir un simulador TC, la calidad de la imagen debe ser una de las principales preocupaciones; en el como mínimo, los siguientes indicadores de calidad de imagen deben ser considerados:

- Resolución espacial - medida de la capacidad del escáner para discriminar objetos de diferente densidad a una pequeña distancia contra un fondo uniforme. Especificado en pares de líneas por cm (Lp / cm).
- Resolución de bajo contraste: la capacidad de sistema de imágenes para demostrar pequeños cambios en contraste de tejidos. Especificado como la capacidad de la unidad de TC para obtener imágenes de objetos de 2 a 5 mm de tamaño que varían ligeramente en densidad de un uniforme antecedentes.

- Ruido: Es la variación de los números Hounsfield en una región homogénea de la imagen tomográfica obtenida.
- Uniformidad de campo cruzado: la uniformidad de Números de TC en todo el campo de exploración. Esta característica de rendimiento puede potencialmente ser importante en dosis basadas en heterogeneidad cálculos<sup>35</sup>.

## B. SOFTWARE DE SIMULACIÓN VIRTUAL/ PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS 3D Y ESTACIÓN DE TRABAJO.

Al igual que con todos los programas de software, un software de simulación virtual fácil de usar, rápido y que funcione bien, con características y herramientas útiles será un factor determinante para el éxito de un programa de simulación de TC. Varias características son muy importantes cuando se considera la simulación virtual/ software de planificación de tratamiento 3D:

- Contorneado y localización de estructuras – El contorneado y localización de estructuras se menciona a menudo como una de las tareas que más tiempo consume en el proceso de planificación del tratamiento. El software debe permitir un proceso de contorneado rápido y fácil de usar con la ayuda de herramientas de contorneado semiautomáticas o automáticas.
- Procesamiento y visualización de imágenes: La estación de trabajo en la simulación virtual debe ser capaz de procesar grandes conjuntos volumétricos de imágenes y mostrarlas en diferentes vistas lo más rápido posible (se desea la manipulación y visualización de imágenes en tiempo casi real). Las siguientes son algunas de las capacidades importantes de visualización:
  - Radiografías digitalmente reconstruidas (DRRs) - DRR es una radiografía reconstruida corregida de manera divergente, producida proyectando líneas de rayos a través del conjunto de datos volumétricos de la TC. La imagen es equivalente a una

radiografía de transmisión convencional, pero se crea utilizando una fuente de rayos X virtual y un plano de imagen.

□ Radiografías digitalmente compuestas (DCR) - DCR se crea de manera similar a la DRR. La diferencia es que varios rangos de números de TC que se relacionan con ciertos tipos de tejido son suprimidos selectivamente o mejorados en la creación de imágenes. La imagen creada es análoga a una radiografía de transmisión a través de un paciente virtual cuyos ciertos tipos de tejido han sido extraídos dejando sólo órganos de interés para ser exhibidos.

□ Reconstrucción multiplanar (MPR) - El estudio de TC consiste en imágenes axiales en su forma original. La reconstrucción multiplanar permite la creación de imágenes en planos arbitrarios (coronal, sagital, oblicuo, vértice) a partir del conjunto de datos axiales volumétricos.

□ Otras pantallas - El software debe ser capaz de producir vistas de sala, reconstrucciones 3D de un paciente, etc. El sistema de simulación virtual debe ser capaz de mostrar todas estas vistas simultáneamente.<sup>35</sup>

- Geometría del simulador - Un requisito previo del software de simulación virtual es la capacidad de imitar funciones de un simulador convencional y de un acelerador lineal médico. El software tiene que ser capaz de dar un reporte del gantry, mesa, colimador y movimiento de mandíbula, cambios de SSD, divergencia de haz, etc. El software debe facilitar el diseño de portales de tratamiento con bloques y colimadores multiláminas<sup>35</sup>.

- Registro de imágenes de fusión/multimodalidad - Las modalidades de imágenes distintas de la TC como la Resonancia Magnética (RM), Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y la Tomografía por emisión de positrones (PET) son útiles para delinear con precisión los volúmenes tumorales y mejorar la gestión del tratamiento con radioterapia de los pacientes. Todas estas modalidades se complementan entre sí para proporcionar información específica y valiosa para la planificación del tratamiento.

Cuando se emplean múltiples estudios de imagen, deben registrarse espacialmente para ayudar con precisión en la delineación del volumen tumoral. El registro de imágenes multimodales es un proceso de varios pasos que requiere software multi-función capaz de transferencia de conjuntos de imágenes, almacenamiento, transformación de coordenadas e interpolación de vóxeles.<sup>35</sup>

- Conectividad - DICOM por sus siglas de Digital Imaging and Communications in Medicine es el estándar de la industria para la transferencia de imágenes radiológicas y otra información médica entre computadoras. Siguiendo el modelo de la Interconexión de Sistemas Abiertos de la Organización Internacional de Normalización, DICOM permite la comunicación digital entre equipos de diagnóstico y terapéuticos y sistemas de varios fabricantes.

La estación de trabajo de simulación virtual es comúnmente el primer paso para la transferencia de imágenes entre el escáner de TC y varios equipos de planificación de tratamiento, sistemas de registro y verificación y máquinas de entrega de tratamiento. Por ello al obtener un software, el fabricante debe proporcionar la declaración de "conformidad DICOM" de la Radiological Society of North America, que significa que el fabricante declara que el software puede comunicarse con otros productos conformes DICOM. Además, se debe contactar con otras instituciones de salud con equipos similares para verificar que la conectividad entre productos realmente funciona y evitar posibles problemas de comunicación <sup>35</sup>.

## PROCEDIMIENTO GENERAL TEM- SIMULACIÓN

La localización y el diseño de los volúmenes blanco son pasos muy importantes en el plan de tratamiento; por lo tanto, se deben desarrollar con la mayor precisión posible para realizar un tratamiento de alta calidad<sup>36</sup>.

La simulación virtual incluye los siguientes pasos:

- Posicionamiento e inmovilización del paciente

- Marcación del paciente.
- Exploración por TEM.
- Transferencia a estación de trabajo de simulación virtual.
- Localización del sistema de coordenadas inicial.
- Localización de objetivos y colocación del isocentro.
- Marcación de dispositivos de inmovilización y paciente basados en isocentro coordenadas.
- Contorneado de estructuras críticas y volúmenes objetivo diseño de portales de tratamiento.
- Transferencia de datos al sistema de planificación del tratamiento para el cálculo de dosis.
- Preparar la documentación para el tratamiento.
- Realizar las verificaciones necesarias y los controles del plan de tratamiento.

Este proceso y su aplicación varían de una institución a otra. El diseño del sistema depende de los recursos disponibles (equipo y personal), la carga de trabajo de los pacientes, la disposición física y la ubicación de los diferentes componentes y la proximidad de los miembros del equipo<sup>35</sup>.

a) Exploración por TEM, posicionamiento del paciente e inmovilización.

La exploración por simulación TEM es similar a las exploraciones de diagnóstico convencionales. Sin embargo, hay varias particularidades. El posicionamiento e inmovilización del paciente son dos aspectos imprescindibles y necesarios que permitirán que el tratamiento sea entregado correctamente. Además, cabe señalar que volúmenes de

escaneo largos con gran número de cortes a menudo llevan a los escáneres a sus límites de rendimiento técnico<sup>35</sup>.

- Posicionamiento e inmovilización del paciente - El éxito del proceso de la radioterapia conformacional comienza con la configuración adecuada e inmovilización. El posicionamiento del paciente debe ser lo más cómodo posible, ya que si se sienten incómodos suelen tener mala reproducibilidad de configuración del tratamiento. Los dispositivos de inmovilización mejoran considerablemente la reproducibilidad y rigidez de la configuración. El diseño de la configuración del paciente debe considerar la ubicación de las estructuras críticas y los volúmenes objetivo, la salud general y la flexibilidad del paciente, los posibles implantes y anomalías anatómicas y los dispositivos de inmovilización disponibles<sup>35</sup>.
- Protocolo de escaneo - Los parámetros del escaneo tomográfico deben diseñarse para optimizar la calidad de imagen axial e imagen DRR y adquirir rápidamente imágenes para minimizar el movimiento del paciente. Los parámetros que influyen en la calidad de imagen axial y DRR incluyen: kVp, mAs, espesor de corte, espaciado de corte, pitch espiral, algoritmos, volumen escaneado, tiempo total de escaneo y campo de visión (FOV)<sup>35</sup>.
- Límites de exploración - Los límites de exploración deben ser especificados por el médico y deben abarcar un área de al menos 5 cm de distancia de los volúmenes de tratamiento previstos<sup>35</sup>. El grosor de corte y el pitch (espaciado) generalmente son iguales (3 mm) en todo el volumen escaneado.
- Contraste - Para varios sitios de tratamiento se puede utilizar el contraste para ayudar a diferenciar entre los tumores y el tejido sano circundante<sup>35</sup>.
- Marcas de referencia - Durante la Tomografía espiral multicorte (TEM) se debe colocar un conjunto de marcas de referencia en el paciente para que el paciente pueda ser colocado en la máquina de tratamiento. Cuándo y en relación con qué hitos anatómicos se colocan las marcas de referencia se pueden realizar de dos maneras diferentes<sup>35</sup>.



- Método “No Shift”-No hay método de desplazamiento. Para este método se escanea al paciente y, mientras el paciente está todavía en la mesa del escáner del TEM, las imágenes se transfieren a la estación de trabajo de simulación virtual. El médico contornea el volumen objetivo y el software calcula las coordenadas del centro de volumen contorneado. Las coordenadas calculadas se transfieren al escáner de tomografía computarizada, la mesa y el láser sagital móvil se colocan en esa posición y el paciente se marca con lápiz o tatuajes en la piel<sup>35</sup>.

- Método “Shift” - esta dosis de método no requiere que el médico esté disponible para la tomografía. Antes del procedimiento de exploración, basado en el diagnóstico (TC, RMN, TEP, palpación, etc.), el médico indica al terapeuta simulador de TC dónde colocar las marcas de referencia en el paciente. Después de la exploración se hace y el paciente se va a casa, el médico contornos objetivos volúmenes y determina las coordenadas isocentro tratamiento. Luego se calculan los desplazamientos (distancias en tres direcciones) entre las marcas de referencia dibujadas en el escáner de TC y el isocentro de tratamiento. El primer día de tratamiento, el paciente se coloca primero en las marcas de referencia iniciales y luego se traslada al isocentro de tratamiento utilizando los cambios calculados<sup>35</sup>.

#### b) Simulación virtual

El proceso de simulación virtual normalmente consiste en contorneado del objetivo (target) y estructuras normales, cálculo del isocentro, manipulación de movimientos de la máquina de tratamiento para la colocación de los haces de radiación, diseño de portales de tratamiento, impresión de DRR y documentación. Este proceso depende en gran medida de las capacidades del software. También hay métodos bien diseñados para simular sitios de tratamiento específicos<sup>35</sup>.

#### PROCEDIMIENTO DE TEM-SIMULACIÓN EN CÁNCER DE CUELLO UTERINO

Las pacientes con cáncer de cuello uterino que reciban tratamiento con la técnica de Radioterapia de intensidad modulada (IMRT) se encontrarán durante la simulación en posición decúbito dorsal con accesorios de inmovilización tales como una base para la

cabeza y un soporte de tobillos personalizado, de modo que se logre minimizar los movimientos de configuración en el tratamiento. Por otra parte, una posición de la paciente en decúbito ventral con un inmovilizador “belly-board” está fundamentado únicamente para aquellos pacientes en condición postoperatoria<sup>37</sup>.

La simulación de TC debe realizarse con un grosor de corte  $\leq 3$  mm. El medio de contraste intravenoso es útil para delinear los vasos sanguíneos y debe usarse en el momento de la simulación, a menos que esté médicamente contraindicado. En casos de afectación vaginal, se debe colocar un marcador radiopaco en la extensión caudal del tumor y se deben considerar los marcadores fiduciales en el cuello uterino.

El grado de plenitud de la vejiga y el recto deben duplicarse con el que se anticipa para el tratamiento diario, es decir, si se le indica a la paciente que mantenga la vejiga llena para el tratamiento, debe simularse de la misma manera. Se recomienda utilizar un estado de llenado constante de la vejiga (por ejemplo, siempre lleno o siempre vacío) para la simulación y el tratamiento. Se puede aplicar un enema a las pacientes para mantener el recto vacío de acuerdo con el protocolo institucional.<sup>37</sup>

### **Definición de Volúmenes**

Como en informes ICRU 50, 62, 71 y 78 (ICRU, 1993; 1999; 2004; 2007), varios volúmenes relacionados con el tumor y los tejidos normales se han definido para el uso en los procesos de planificación del tratamiento y presentación de informes. Delineación de estos volúmenes es un paso obligatorio en el proceso de planificación, como la dosis absorbida no puede ser prescrita, grabada y divulgada sin la especificación de volúmenes de destino y los volúmenes de tejido normal en riesgo. Los volúmenes definidos fueron:

- Volumen Tumor Macroscópico o GTV.
- Volumen blanco clínico o CTV.
- Volumen objetivo interno o ITV.
- Volumen blanco de planificación o PTV.
- Órganos de riesgo u OR.

- Planificación de volumen de órganos en situación de riesgo o PRV.
- Tratado volumen o TV.
- Volumen Restante en riesgo o RVR.

Detallaremos a continuación la definición de estos volúmenes y su uso <sup>38</sup>.

### **Volumen Tumor Macroscópico (GTV)**

Este volumen hace referencia a la ubicación y extensión de la tumoración maligna que puede ser palpada, observada y verificada mediante un examen clínico y/o técnicas de imagen. Debido a que las células tumorales pueden encontrarse ocupando una parte o la totalidad de un órgano pudiendo proliferar por fuera de los límites del mismo, es imprescindible dar una dosis idónea al GTV completo para lograr la finalidad de la radioterapia curativa. Este Volumen Tumor Macroscópico (GTV) está constituido por: "GTV primario" o tumor primario, "GTV nodular" que consta de las adenopatías linfáticas con metástasis y "GTV M" que son las metástasis a distancia <sup>38</sup>.

GTV cuello uterino: extensión tumoral macroscópica detectada en la exploración ginecológica más el tumor visible en TC y/o RMN <sup>39</sup>.

### **Volumen Blanco Clínico (CTV)**

Este volumen incluye el Volumen Tumor Macroscópico (GTV) más, aquel volumen aparentemente sano que posee una alta probabilidad de presencia maligna por propagación y que es evidenciado únicamente por exámenes microscópicos frecuentemente alrededor del GTV (conocido como “enfermedad subclínica”); por ende, debe ser erradicado para conseguir el fin de la radioterapia curativa. Este volumen se basa en un criterio netamente “clínico-anatómico” de la misma manera que el Volumen Tumor Macroscópico (GTV) <sup>38</sup>.

CTV cuello uterino: Incluye el Volumen tumoral macroscópico (GTV), útero en su totalidad, así como trompas de Falopio, ovario y ligamento ancho, redondo y uterosacros. En caso de compromiso de parametrios se añade 1 cm y de no ser así, se incluye la porción interna de ambos parametrios; por otro lado, si hay presencia de malignidad en vagina se añade 1 cm y de no ser así, se incluye el tercio superior de vagina. Con respecto a los

ganglios, se incluye ganglio iliaco común que sería hasta la cuarta o quinta lumbar, ganglios iliaca externa e iliaca interna y obturadores. Si se confirma compromiso ganglios inguinales y de la parte inferior de la vagina se debe abarcar la “cadena inguinal superficial y profunda”, y si se incluye los “lumboaórticos” es necesario hacer una demarcación del sistema vascular a partir de la doceava vértebra dorsal <sup>39</sup>.

Para limitar la dosis irradiada a los tejidos normales circundantes, hay publicaciones sobre las directrices a considerar en el CTV para una serie de sitios tumorales ginecológicos postoperatorios. Sin embargo, las definiciones de CTV en el IMRT para el tratamiento radical del cáncer de cuello uterino sigue siendo un motivo de estudio.

Para que la IMRT se realice de forma segura, se necesitan márgenes adecuados de planificación del volumen del tumor (PTV) para dar cuenta del movimiento CTV.

En un estudio sobre los límites de las estructuras CTV para la radioterapia pélvica de intensidad modulada (IMRT), hubo un consenso general sobre las estructuras que se incluirían (como grosor del volumen tumoral [GTV], cuello uterino, útero, parametrio, vagina y ganglios linfáticos regionales) pero no sobre la definición del contorno de dichas estructuras. Todos los encuestados estuvieron de acuerdo en que el límite lateral del parametrio debe estar en la pared lateral de la pelvis y que el límite medial del parametrio debe colindar con el GTV, el cuello uterino, el útero y vagina. Sin embargo, no hubo un consenso en cuanto a la definición de los límites superior e inferior de los parametrios y la cantidad de tejidos normales (como el útero y la vagina) a incluir en el CTV.

Con respecto al útero, el consenso del grupo fue que todo el órgano debe ser incluido en el CTV por las siguientes razones: el útero y el cuello uterino son embriológicamente similares con ganglios linfáticos interconectados y sin plano fascial de clara separación; la determinación radiológica o clínica de la invasión miometrial puede ser difícil. Mientras que los resultados publicados de traquelectomía radical para enfermedad en estadio temprano ha demostrado tasas de recurrencia global de menos del 5% y tasas de mortalidad de menos del 3%, se han reportado recurrencias uterinas (2%), aunque la ubicación exacta de estas recurrencias (fundal vs. corpus) no se han establecido. Las tasas de recidiva después de la traquelectomía radical han sido sustancialmente más altas (hasta

10%) para pacientes con tumores de tamaños mayores de 2 cm (comparable a una cohorte de pacientes con radioterapia) o con la presencia de invasión linfovascular. La posibilidad de excluir el fondo de útero, puede considerarse luego de realizarse más estudios.

Por otro lado, las estrategias de Boost integradas para tumores primarios de cuello uterino deben abordarse con precaución ya que los grandes márgenes de PTV requeridos para compensar el movimiento del órgano pueden resultar en un aumento de dosis que a su vez incrementen las posibilidades de toxicidad. Se debe tener en cuenta además que uno de los objetivos principales del IMRT, es lograr una buena cobertura del objetivo<sup>40</sup>.

### **Volumen objetivo interno (ITV)**

En el ICRU Informe 62 (ICRU, 1999), la ITV se definió como la CTV más un margen teniendo en cuenta incertidumbres en tamaño, forma y posición del CTV en el paciente. Tal margen fue llamado el margen interno en comparación con el margen de configuración. En el ICRU Informe 62, se recomendó añadir cuadráticamente márgenes internos y externos, pero a menudo en la práctica en su lugar se agregan linealmente, que puede conducir a un margen inaceptablemente grande. La ITV puede ser útil sólo en situaciones clínicas en que la incertidumbre acerca de la ubicación de la CTV domina las incertidumbres de la instalación o cuando son independientes. La ITV se considera una herramienta opcional para ayudar a delinear el PTV<sup>41</sup>.

Si el movimiento uterino puede ser perfectamente predicho por factores tales como el volumen de la vejiga u otras características del paciente, esto sería información valiosa para una planificación más precisa y eficaz de la RT definitiva. Estas predicciones ayudarían a crear ajustes de margen interno apropiados para los pacientes con cáncer de cuello uterino y también podrían ser aplicables a la IMRT<sup>6</sup>.

### **Volumen Blanco de Planificación (PTV).**

Este volumen, a diferencia de los volúmenes previamente definidos, se basa en un criterio “geométrico”, debido a que considera todas las variaciones e incertidumbres que puedan modificar al Volumen Blanco Clínico (CTV) definido anteriormente; por lo tanto, este

volumen incluye además del CTV, un margen interno y de configuración para compensarlas. La definición de este volumen permite y facilita planificar el tratamiento para así cumplir con el objetivo de asegurar la totalidad de dosis en el volumen objetivo<sup>38,41</sup>.

La dosis absorbida prescrita a cualquier parte del CTV puede presentar una desviación significativa debido a la presencia de: las “variaciones” que son aquellos cambios en posición, forma y tamaño que pueden presentar los órganos internos del paciente ya sea por movimientos fisiológicos o por movimiento de órganos cercanos y/o por las “incertidumbres” que son errores que pueden ocurrir durante el proceso radioterápico en relación al posicionamiento del volumen objetivo. Así que, para evitar dicha desviación debe añadirse márgenes al CTV considerando las variaciones e incertidumbres, las cuales pueden ser dependientes entre ellas o, por el contrario, ser totalmente independientes; de modo que, pueden combinarse o añadirse una tras otra; por consiguiente, la delimitación puede no ser equidistante pudiendo resultar en un PTV asimétrico. Dependiendo de cada situación única del paciente y de la enfermedad tumoral a tratar puede que el PTV sea casi similar al CTV o por el contrario puede extenderse un poco más hacia zonas en las que anatómicamente no podría extenderse; sin embargo, debido a movimientos fisiológicos se debe considerar abarcar la región anatómica para realizar la planificación. Es importante que el juicio de los médicos oncólogos, físico médico esté basada en información científica, experiencia y práctica para que la toma de decisiones cumpla con el cuidado y precisión de la entrega de un tratamiento óptimo con radioterapia equilibrando la posibilidad de no irradiar parte del CTV versus que el PTV pueda extenderse demasiado como para generar complicaciones en el paciente.

Por otro lado, la introducción de este volumen permite seleccionar los parámetros para la planificación del tratamiento; asimismo para que la distribución de la dosis permita cubrir todo el Volumen Blanco Clínico con la dosis preestablecida. El tamaño y configuración de los haces de radiación dependen de la técnica de tratamiento y es recomendable que el PTV sea “cerrado” y el margen bien definido en la esquematización de la planificación para detallar la dosis en los informes<sup>38</sup>.

En el cáncer de cuello uterino en el PTV se considera superiormente márgenes de 2 cm y en el restante de direcciones 1 cm, mientras que en las regiones de los ganglios se demarca la zona vascular con 1,5 cm <sup>39</sup>.

### **Órganos de Riesgo (OR)**

Son aquellos órganos sanos que se encuentran dentro de la zona a irradiar y cerca de la zona tumoral. Se determinan en base a la ubicación del Volumen Blanco Clínico (CTV) o de la dosis prescrita. Son sensibles a la radiación; por lo tanto, son susceptibles a presentar morbilidad e influyen significativamente en los parámetros dosimétricos a establecer durante la planificación del tratamiento.

Los órganos en riesgo pueden clasificarse en: “serie”, “paralelo” o “serie-paralelo”. Un órgano en serie significa que, si un órgano es irradiado por encima de su dosis tolerable, aunque sea en una pequeña porción esto puede ocasionar un daño severo en su totalidad; así pues, las cadenas de unidades funcionales del órgano deben ser preservadas para garantizar la funcionalidad del tejido. Por ejemplo, la destrucción de un nervio específico de la medula espinal puede afectar todas las funciones nerviosas posteriores al nivel de la lesión. Un órgano en paralelo significa que las unidades funcionales del órgano actúan independientemente unas de otras; por lo tanto, la porción que recibe la radiación respecto al total del órgano por encima de la dosis tolerable resultante ser de gran importancia. Por ejemplo, en el pulmón la destrucción de un número limitado de estructuras alveolares no afectará en gran medida la función general del órgano. Por otra parte, algunos órganos poseen una organización mixta serie-paralelo como el riñón que posee una organización paralela en los glomérulos, mientras que los túbulos distales son en serie. Este concepto de organización de los tejidos es de utilidad para establecer los límites de dosis respecto al volumen y es esquematizado en los histogramas dosis-volumen en la planificación del tratamiento <sup>38,41</sup>.

Debido a que las variaciones e incertidumbres también pueden modificar a los órganos de riesgo es necesario agregar un margen interno y de posicionamiento para compensar

dichos movimientos dando como resultado el “Volumen de Planificación para los órganos en riesgo (PRV)”<sup>38</sup>.

OR en cáncer cuello uterino: Se considera obligatoriamente al recto y vejiga, mientras que eventualmente las cabezas del fémur, riñones e intestino delgado<sup>39</sup>.

## **Definición de Márgenes**

### **Márgenes por variaciones geométricas e incertidumbres**

Habiendo realizado la definición de los volúmenes clínicos anatómicos como el GTV y el CTV para el tratamiento con Radioterapia, es necesario disponer de haces de radiación que permitan una distribución de dosis adecuada dando lugar a una esquematización fija, sin embargo, en la práctica podemos encontrarnos con variaciones y errores (incertidumbres) que pueden surgir o presentarse a lo largo del proceso radioterápico; por tal razón, es imperativo agregar márgenes para compensar dichas particularidades de modo que se minimice una sobredosis a órganos sanos, subdosis a volumen tumoral o que los órganos reciban distintas dosis siendo difícil de esclarecer con exactitud la dosis a recibir. Estos márgenes a adicionar al CTV dan como resultado la definición del PTV y si bien se torna complicado medirlo se plantea que pueden ser agregados uno tras otro o combinarse, más lo importante es que se consideren ambos (variaciones e incertidumbres) en la planificación final del tratamiento<sup>38</sup>.

A continuación, se explicará la definición de los márgenes de compensación (margen interno y, de configuración) para estas variaciones e incertidumbres.

### **Margen Interno (IM)**

Es aquel margen que se añade al CTV con el objetivo de compensar aquellos movimientos funcionales orgánicos inherentes al ser humano; así como cambios en la ubicación, extensión y estructura de los órganos contenidos en el Volumen Blanco Clínico (CTV) producidos por sí mismo o por órganos cercanos. Por ejemplo: movimiento cardiaco, respiratorio e intestinales, grado de repleción de la vejiga y el recto y la deglución.



El volumen que incluye el margen interno y el CTV constituye el Volumen Blanco Interno (ITV), el cual está referido al sistema de coordenadas del paciente<sup>38</sup>.

### **Margen de configuración (SM)**

Es aquel margen que se añade al ITV con el objetivo de compensar aquellos movimientos por cambios en la posición del paciente, por disposición de los haces de radiación en la planificación y entrega del tratamiento, errores mecánicos del equipo de tratamiento, así como en el envío de información e imágenes del simulador TC al acelerador lineal o, por errores humanos <sup>38</sup>.

### **Incertidumbres**

#### **Incertidumbres geométricas**

Son aquellas incertezas relacionadas con la variación en la posición del volumen objetivo y que pueden generar una distribución de dosis indeseada. A continuación, se describen los errores que pueden ocasionar estas incertezas geométricas.

- **Errores sistemáticos**

Se pueden generar durante la Simulación pudiendo difundirse a lo largo de todo el proceso radioterápico restante. Estos errores conducen a un desplazamiento de la distribución de dosis respecto al blanco de tratamiento real que afectará sesión por sesión en el transcurso del tratamiento ocasionando que la entrega del tratamiento se de en un mismo punto; sin embargo, no sea en el punto objetivo siendo preciso, pero inexacto<sup>42</sup>.

Estos errores pueden ser:

- En la simulación podemos encontrar: Posición y marcaje del paciente de manera errónea o poco exacta.
- Variación en la posición de los órganos durante la obtención de las imágenes tomográficas en simulación que pueden generar desplazamientos del volumen objetivo repercutiendo en una delimitación de volúmenes y planificación del tratamiento incorrectos.

- Imprecisión en los equipos de tratamiento por ausencia de evaluaciones de calidad o malas calibraciones<sup>43</sup>.
- Imprecisión en la delimitación del volumen tumoral ya sea por baja calidad de imagen o por discrepancia entre las opiniones médicas sobre la extensión del tumor<sup>44, 45</sup>.

- **Errores aleatorios**

Se presenta en el marco del tratamiento generando cambios inciertos de la dosis planificada en relación con el volumen objetivo a tratar en cada sesión de tratamiento, ocasionando que la distribución de la dosis no sea nítida ni precisa. Por ende, la entrega del tratamiento se dará cerca al punto objetivo mas no en un mismo punto, siendo exacta pero poco precisa. Estos errores pueden ocurrir por cambios en la posición y desplazamiento de los órganos<sup>42</sup>.

### **Incertidumbres debidas al posicionamiento**

Se presenta cuando la posición en la cual se encuentra el paciente en el momento del tratamiento difiere de la posición con la cual fue simulada y planificada.

Esto se puede deber a:

- La ubicación del isocentro de la sala de simulación difiere con la de la sala de tratamiento por ausencia de evaluaciones de calidad o calibraciones.
- Imágenes de verificación: Por ausencia o mala ejecución de estas; por la posibilidad de que la paciente se mueva luego de la toma de la imagen y, por último, por la poca destreza en ser visualizadas y corregidas si fuera necesario.<sup>42</sup>

### **Incertidumbres debidas al movimiento del blanco**

Las incertezas que ocasionan el movimiento del volumen objetivo son generadas por el movimiento fisiológico de los órganos. Cuando estos últimos ocurren entre sesión y sesión de tratamiento son nombrados “Inter-fracción”; se deben a cambios en los “órganos del sistema digestivo” y urinario tales como los intestinos, recto y vejiga, debido a que varían

su contenido; también se producen la posición del paciente en el tratamiento no coincide con la posición en la simulación. Mientras que, cuando ocurren en la misma sesión de tratamiento son nombrados “Intra-fracción”; se deben a órganos torácicos, movimientos respiratorios y cardíacos condiciones inherentes a la fisiología humana.<sup>42</sup>

### **COBERTURA GEOMÉTRICA Y DOSIMÉTRICA**

La cobertura geométrica es un concepto que se describe para garantizar que el volumen objetivo de la zona a irradiar se encuentre dentro del haz de tratamiento en cualquier instante, incluso cuando se presenten algunas de las incertidumbres previamente mencionadas. Por otro lado, la cobertura dosimétrica pretende garantizar que la dosis determinada previamente se administre en su totalidad al objetivo de tratamiento, para ello es necesario conocer la amplitud de valores mínimo y máximo del movimiento de los órganos; así como, la forma de este movimiento para que el campo de tratamiento incluya todo la amplitud y forma de los movimientos sin que sea tan reducido o extenso del requerido.<sup>42</sup>

#### **1.4.2 Definición de términos:**

**Posición del útero:** lugar que ocupa el útero en dirección cráneo-caudal, latero lateral y ventro-dorsal en relación al llenado de vejiga.

#### **1.4.3 Formulación de la hipótesis**

Existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

## **CAPÍTULO II**

### **MÉTODOS**

## 2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.1.1. Tipo de investigación

Estudio de nivel aplicativo, enfoque cuantitativo, prospectivo y de corte transversal.

### 2.1.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es correlacional.

### 2.1.3. Población

En el servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas entre los meses de julio a octubre del año 2018, aproximadamente acuden 4 pacientes con cáncer de cuello uterino por día según datos proporcionados por la institución, por lo tanto, al mes se tiene 80 usuarias (días de atención) y en el periodo de estudio corresponde a 320 usuarias que acuden al servicio mencionado.

**Unidad de análisis:** Paciente con cáncer de cuello uterino que acude al servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas entre julio a octubre 2018.

### 2.1.4. Muestra y muestreo

**Tamaño de Muestra:** Teniendo en cuenta un tamaño de población de 320 usuarias, tras aplicar la fórmula de Cochran o fórmula para muestra finita, el tamaño de la muestra a un 92% de confianza fue de 87 usuarias que acuden al servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas y que pasan por el TEM simulador.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**Donde:**

n = Tamaño de la muestra.

N = Total de la población (320).

Z<sub>α</sub> = 1.75 (si la seguridad es del 92%).

p = proporción esperada en la población (en este caso 50% = 0.5).

q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5).

d = margen de error o de precisión = 8% = 0.08

$$N = \frac{320 * 1.75 * 1.75 * 0.5 * 0.5}{(0.08)^2 * (320 - 1) + 1.75 * 1.75 * 0.5 * 0.5} = 87$$

**Muestreo:** Muestreo aleatorio simple.

#### 2.1.4.1 Criterios de inclusión

- Pacientes cuyas edades oscilen entre 30-70 años.
- Pacientes que recibirán tratamiento en radioterapia 3D.
- Pacientes con cáncer de cuello uterino estadio II y III.

#### 2.1.4.2 Criterios de exclusión

- Pacientes con cáncer de cuello uterino operadas.
- Pacientes que hayan recibido algún tratamiento anterior.
- Pacientes que reciban tratamiento en radioterapia convencional.
- Pacientes con metástasis.
- Pacientes con sonda vesical.
- Pacientes con estreñimiento y/o presenten el recto lleno.

- Pacientes con piometra o hidrometra.
- Pacientes que no deseen participar del estudio.

### 2.1.5. Variables

**Variable 1:** Posición del útero.

**Variable 2:** Llenado de la vejiga.

### 2.1.6. Técnica e instrumento de recolección de datos

**Técnica:** La técnica que se utilizó fue el método de observación.

**Instrumento:** Fue una ficha de recolección de datos, que permitió el registro de los valores correspondientes al desplazamiento del útero respecto al llenado de la vejiga datos que fueron tomados según el plano sagital y coronal (Anexo N°2).

Se evaluó el instrumento mediante un juicio de expertos (03), quienes verificaron si cumple con los objetivos de estudio y si responde al problema de investigación. Con el índice de aprobación de expertos, se consiguió una validez perfecta, es decir coincidieron en sus opiniones (Ver Anexo N°3).

A continuación, se presenta un cuadro donde se detalla a los expertos:

Cuadro 1.

N°	Juez experto	Profesión	Grado Académico
1	Santos Alberto Bravo Saavedra	Tecnólogo Médico - Radioterapia	Licenciado
2	Patricia Sofía Vivanco Jiménez	Tecnólogo Médico – Radioterapia	Licenciada
3	Milca Ana Sarai Verde Morales	Tecnólogo Médico – Radioterapia	Licenciada



### **2.1.7. Procedimientos y análisis de datos**

En primera instancia, el proyecto fue aprobado por la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Posteriormente se debió emitir una solicitud de permiso a las autoridades correspondientes del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) con el propósito de realizar la investigación en las instalaciones del establecimiento de salud principalmente en el servicio de Radioterapia, permitiendo de esta manera la recolección de datos de los pacientes. (Anexo N°4)

Teniendo la autorización para la ejecución del proyecto de investigación, se procedió a realizar los exámenes tomográficos a las pacientes que demanden atención en la sala de TEM- simulación que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión formulados en la sección metodológica.

Para realizar el procedimiento, se utilizó un TC Philips Brilliance Big Core 16 para los dos escaneos a cada paciente de este proyecto de investigación, se obtuvo las imágenes volumétricas con un grosor de corte de 2 mm cubriendo un volumen desde el margen superior del cuerpo de la tercera vertebral lumbar hasta 10 cm debajo de la sínfisis del pubis. El primer escaneo fue con vejiga al mínimo y el segundo escaneo con vejiga llena al máximo. El llenado de la vejiga se realizó luego de que la paciente ingiera por vía oral 500 ml de agua. (Anexo N°7).

Luego se procedió a recolectar las medidas en un computador de reconstrucción que cuenta con la plataforma de visualización Portal IntelliSpace de Phillips.

Los datos fueron recabados en las fichas de recolección de datos (ANEXO N°2) e ingresados en una base de datos en el programa Excel 2013, a partir

de la cual fueron utilizados para el análisis estadístico, por medio del programa SPSS v. 25. Para analizar las variables categóricas, los resultados fueron presentados en frecuencias absolutas y porcentuales, según el tipo de datos. Para variables continuas, se emplearon medias y desviaciones estándar. Estos resultados fueron presentados en tablas y gráficos.

Además, se utilizaron tablas de doble entrada para registrar posibles relaciones entre variables, utilizándose un análisis inferencial. Para el análisis estadístico se hizo uso de pruebas de normalidad con la finalidad de establecer si se utilizaron pruebas paramétricas (T de Student) o pruebas no paramétricas (Wilcoxon).

#### **2.1.8. Consideraciones éticas**

Para llevar a cabo el presente estudio se tuvo en consideración los principios básicos de la bioética, los cuales se rigen como las directrices axiológicas que han de orientar toda investigación científica; asimismo se contó con la autorización y el permiso de la Jefatura del Servicio de Radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Por eso se garantizó la confidencialidad de los datos y de los registros, y se guardó el anonimato de los pacientes. Para la obtención de los datos pertinentes para este estudio, los informes radiológicos e historias clínicas fueron investigados, directamente, de tal manera que no se usó la información referida a otros temas.

Además, la presente investigación fue revisada por el Comité de Ética de la Investigación de la UNMSM para su respectiva aprobación.

Se llegó a usar el consentimiento informado (Ver Anexo N°1), debido a que se requirió la intervención directa del paciente al darle las indicaciones para la obtención de las imágenes computarizadas de la pelvis.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

## RESULTADOS

**Tabla 1:** Características generales de las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Características generales		N	%
Edad		53.03 ± 11.3 (31 - 70) años	
Paridad	Nulípara	0	0.0%
	Multipara	87	100.0%
Abortos	Si	42	48.3%
	No	45	51.7%
Lugar de nacimiento	Costa	39	44.8%
	Sierra	35	40.2%
	Selva	13	14.9%
Lugar de procedencia	Costa	54	62.1%
	Sierra	20	23.0%
	Selva	13	14.9%
Orientación uterina	Anteversoflexo (AVF)	80	92.0%
	Retroversoflexo (RVF)	7	8.0%
<b>Total</b>		<b>87</b>	<b>100.0%</b>

Elaboración propia

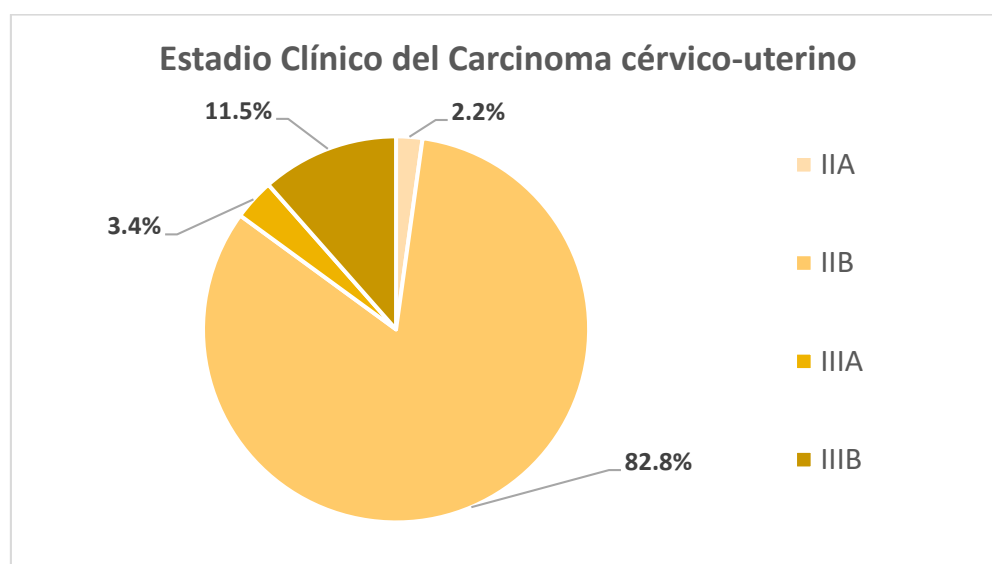
A continuación, se presentan las características generales de las pacientes con cáncer de cuello uterino donde: la edad promedio fue de 53.03 años, la totalidad de las pacientes fueron multíparas. El lugar de nacimiento del 44.8% fue en la Costa y el lugar de procedencia del 62.1% fue de la región Costa. La orientación uterina evidenciada fue anteversoflexo (92.0%).

**Tabla 2:** Estadio clínico en las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Estadio Clínico de Carcinoma Cérvico-uterino	n	%
IIA	2	2.2%
IIB	72	82.8%
IIIA	3	3.4%
IIIB	10	11.5%
Total	87	100.0%

Elaboración propia

**Gráfico 1:** Estadio clínico del carcinoma cérvico-uterino



En la tabla 2 se observa en estadio clínico del carcinoma cérvico uterino encontrando que la mayoría de las pacientes tuvieron un estadio IIB (82.8%) y el 11.5% un estadio III B (Ver gráfico 1).

**Tabla 3:** Tamaño del tumor promedio de las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Tamaño del tumor	M ± DE
	4.53 ± 1.3 (2 - 10) cm

Elaboración propia

El tamaño promedio del tumor fue de 4.53 cm.

**Tabla 4:** Promedio del tamaño del tumor según estadio clínico en las pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Promedio del tamaño del tumor según estadio clínico	M ± DE (cm)
Estadio II	4.49 ± 1.36
Estadio III	4.77 ± 0.93

Elaboración propia

El tamaño promedio del tumor según estadio II fue 4.49 cm y según estadio III fue 4.77 cm.

**Tabla 5:** Posición promedio del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Posición del útero		N	Media (mm)	Desviación	
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	87	31.66	29.61
		Vejiga Llena	87	34.88	27.34
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	87	105.82	14.38
		Vejiga Llena	87	108.60	15.58
DIRECCIÓN CRÁNEO-CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	87	109.36	20.30
		Vejiga Llena	87	118.11	21.57
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	87	37.43	13.84
		Vejiga Llena	87	37.02	14.69
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	87	43.49	11.77
		Vejiga Llena	87	44.34	11.65

Elaboración propia

En dirección ventrodorsal, la posición promedio del útero del borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero en vejiga vacía es 31 mm incrementándose ligeramente en vejiga llena siendo 34.88 mm, asimismo desde borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero en vejiga vacía es 105 mm y se incrementa en vejiga llena a 108.6 mm. En dirección cráneo-caudal, la posición promedio del útero desde el borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero en vejiga vacía es 109 mm aumentando en vejiga llena a 118mm. Por último, para la dirección latero – lateral, la posición promedio del útero desde la línea media sagital al borde externo y derecho del útero en vejiga vacía fue 37.43 mm similar cuando se encuentra con vejiga llena (37.02 mm) y desde la línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero la posición en vejiga vacía fue 43.49 mm incrementándose ligeramente cuando se encuentra con vejiga llena (44.34 mm)

Con la evaluación anterior se puede identificar que existe un incremento de la posición del útero en vejiga llena; sin embargo, para evaluar la variación significativa, se debió analizar la distribución de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Anexo N°8).

Luego de esta prueba se realizó un análisis relacional en donde se evaluaron los valores significativos, tal como se observa en la tabla 6, determinando las medias y las variaciones mediante la prueba T de Student y Wilcoxon.

**Tabla 6:** Variación de la posición del útero en la dirección ventro - dorsal con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.

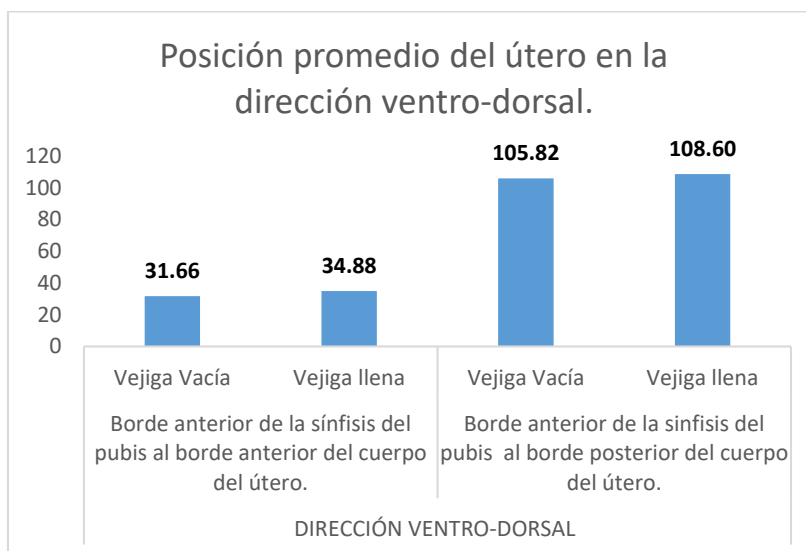
POSICIÓN DEL ÚTERO EN LA DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA.		M ± DE (mm)	Diferencia	P
Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	31.66 ± 29.61	3.22	0.019*
	Vejiga llena	34.88 ± 27.34		
Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	105.82 ± 14.38	2.78	0.000*
	Vejiga llena	108.60 ± 15.58		

\*T de Student para muestras relacionadas

En la tabla 6 se analiza la variación del útero en dirección ventro-dorsal, observándose diferencia estadísticamente significativa respecto al borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero en vejiga vacía y vejiga llena ( $p=0.019$ ), ya que existe un aumento en la posición del útero. Asimismo, para la evaluación desde el borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero se evidencia diferencia significativa entre vejiga vacía y vejiga llena ( $p=0.000$ ), puesto que hay un aumento de la posición del útero con vejiga llena.



**Gráfico 2:** Posición promedio del útero en la dirección ventro - dorsal con vejiga vacía y llena.



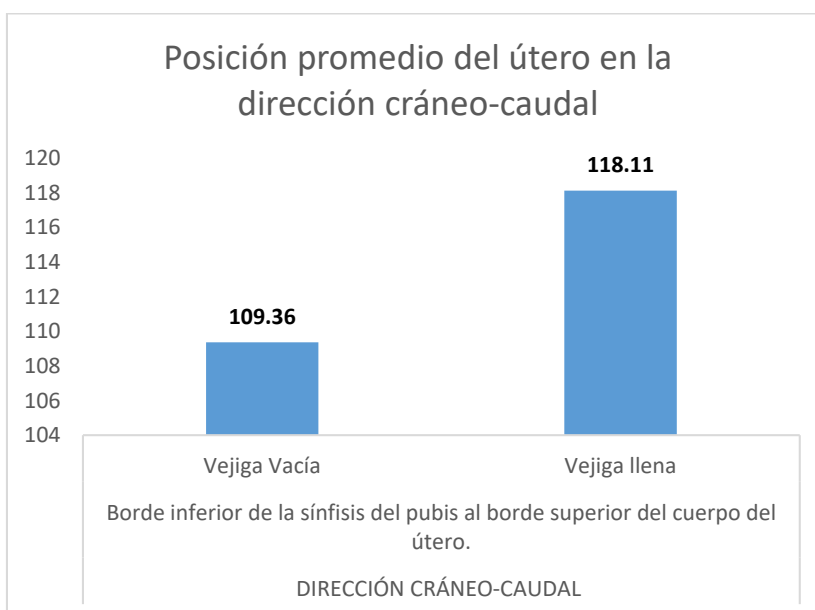
**Tabla 7:** Variación de la posición del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.

POSICIÓN DEL ÚTERO EN LA DIRECCIÓN CRÁNEO - CAUDAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA		M ± DE (mm)	Diferencia	P
Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	109.36 ± 20.30	8.75	0.000*
	Vejiga Llena	118.11 ± 21.57		

\*T de Student para muestras relacionadas

En la tabla 7 se evalúa la variación del útero en la dirección cráneo-caudal, observándose diferencia estadísticamente significativa respecto al borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero (p=0.000), evidenciándose un aumento en la posición del útero en vejiga llena.

**Gráfico 3:** Posición promedio del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena.



**Tabla 8:** Variación de la posición del útero en la dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.

POSICIÓN DEL ÚTERO EN DIRECCIÓN LATERO-LATERAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA		M ± DE (mm)	Diferencia	p
Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	37.43 ± 13.84	0.41	0.585*
	Vejiga Llena	37.02 ± 14.69		
Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	43.49 ± 11.77	0.85	0.164 <sup>+</sup>
	Vejiga Llena	44.34 ± 11.65		

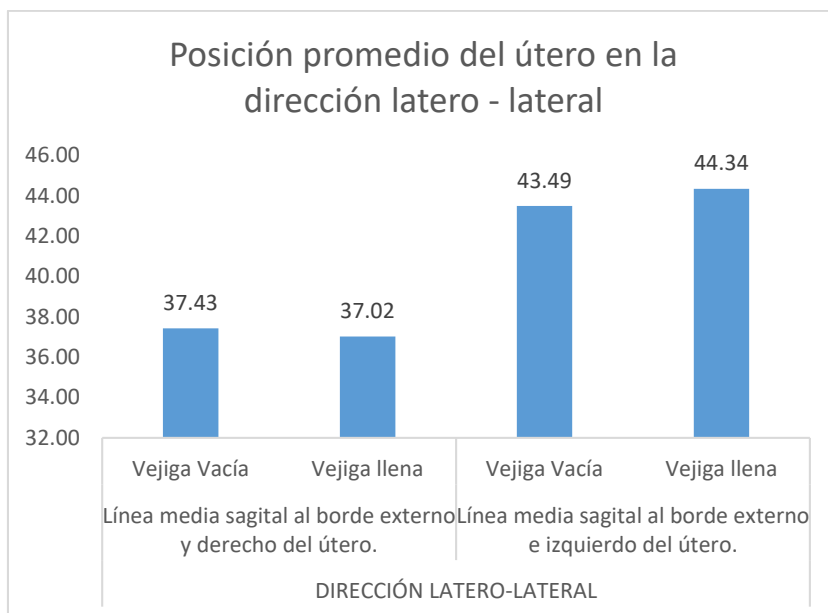
\*T de Student para muestras relacionadas

+Prueba de Wilcoxon

En la tabla 8 se observa la variación del útero en dirección latero-lateral, evidenciándose que no hay diferencia significativa respecto de la línea media sagital al borde externo y derecho del útero en vejiga vacía y vejiga llena (p=0.585), esto debido a que no existe incremento en la posición del útero con vejiga llena. Asimismo, para la evaluación de la línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero entre vejiga vacía y vejiga llena

no existe diferencia significativa ( $p=0.164$ ), es decir, no existe variación debido a que no hay un aumento en la posición del útero con vejiga llena.

**Gráfico 4:** Posición promedio del útero en la dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena.



### **Contrastación de la Prueba de Hipótesis (Hipótesis general)**

#### **Formulación de hipótesis de investigación**

Ha: Existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Ho: No existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

## Pruebas estadísticas

T de Student para muestras relacionadas

Prueba de Wilcoxon

## Elección de nivel de significancia

$p = 0,05$

## Rango de decisión

Si  $p < 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula

**Tabla 9:** Posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino.

POSICIÓN DEL ÚTERO		p
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	0.019*
	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	0.000*
DIRECCIÓN CRÁNEO - CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	0.000*
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	0.585*
	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	0.164+

\*T de Student para  
muestras  
relacionadas  
+Prueba de Wilcoxon

**Interpretación:**

Con un nivel de significancia menor de 0.05, **se rechaza la hipótesis nula** y se puede afirmar que existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino tal como figura en la tabla 9.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN**

El Tomógrafo Espiral Multicorte Simulador es un recurso que permite la obtención de imágenes en cortes milimétricos de la región anatómica a tratar a fin de delimitar con precisión el tejido tumoral a irradiar al igual que aquellos órganos sanos sensibles a la radiación que debemos proteger, ayudando de este modo a una correcta planificación y cálculo del tratamiento con radioterapia de intensidad modulada (IMRT). Teniendo en cuenta ello y las implicancias que puede ocasionar el movimiento de los órganos internos en el tratamiento con IMRT para tratar el cáncer de cuello uterino, al llegar a zonas que no son objetivo de tratamiento, se planteó determinar la posición del útero tras el llenado de la vejiga para una radiación precisa.

En cuanto a la variación de la posición del útero en la dirección ventro-dorsal, en el presente estudio se evidenció una diferencia significativa entre la vejiga vacía (31.66) y llena (34.88) en el borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero ( $p=0.019$ ), así como del borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero (vejiga vacía: 105.82 y llena: 108.60;  $p=0.000$ ); siendo la variación del útero de 3.22 en el borde anterior y de 2.78 en el borde posterior. Resultados disímiles fueron contemplados en el estudio de **Taylor y Powell**, quienes encontraron que la diferencia de medias en la posición del cuerpo uterino anterior fue de 7 mm, aunque en el cuerpo posterior fue de 4,1 mm. **Virendra et al.**, hallaron que el valor medio en dirección anteroposterior fue de 6,7 mm. Por otro lado, **Buchali et al.**, encontraron que la movilidad para el cuerpo uterino con /sin vejiga llena fue de 5 mm en la dirección anterior y 4 mm en la dirección posterior. Posiblemente estos hallazgos se hayan presentado por el tamaño de la muestra y la orientación del útero, el cual en su mayoría fue anteversoflexo. Por otro lado, la presencia o ausencia de un protocolo de llenado de la vejiga de manera fisiológica o con catéter en la realización de las otras investigaciones podría contribuir a resultados disímiles.

En el presente estudio se encontró que la variación de la posición del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía (109.36 mm) y llena (118.11 mm) fue de 8.75, es decir que hay una diferencia significativa ( $p=0.000$ ) de la posición del útero tras el llenado fisiológico de la vejiga en dirección cráneo - caudal. En cambio, **Maemoto et al.** en su investigación encontraron que el movimiento medio del cuerpo uterino en dirección cráneo-caudal fue de 7,6 mm. Por su parte, **Buchali et al.** en su trabajo demostraron que la movilidad para el cuerpo uterino con/sin vejiga llena fue de 7 mm en dirección craneal/caudal. Así también, **Taylor y**

**Powell** encontraron que la diferencia de medias en la posición del cuerpo uterino fue de 7,1 mm en dicha dirección. Si bien en las investigaciones mencionadas se develó una variación de la posición del útero en la dirección cráneo-caudal, los valores fueron menores, tal vez por el tamaño del tumor de acuerdo al estadio clínico o la obtención de los datos durante distintos momentos del tratamiento, así como el tipo de cáncer ginecológico evaluado podrían restringir la variación del útero.

Respecto a la dirección latero-lateral, en la presente investigación se halló que no hubo diferencia significativa de la posición del útero con vejiga vacía y llena desde la línea media sagital al borde externo de ambos lados del útero (derecho: vacía=37.43 mm y llena= 37.02 mm; izquierdo: vacía=43.49 mm y llena=44.34 mm respectivamente) ( $p>0.05$ ), ya que la diferencia fue de 0.41 mm para el lado derecho y de 0.85 mm para el lado izquierdo. Por su parte, **Taylor y Powell**, hallaron que la diferencia de medias en dirección lateral fue de 0,8 mm.

Finalmente se observa que la posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino varía significativamente en dirección cráneo caudal y ventro-dorsal, lo cual se asemeja al trabajo de **Maemoto H et al.**, donde hubo una correlación significativa entre los cambios en el volumen de la vejiga y el movimiento del cuerpo uterino ( $p < 0.001$ ). Esto manifiesta que el útero al ser observado en distintas direcciones en relación al llenado de la vejiga permitirá un óptimo tratamiento, pues al considerar la variación adecuada en dichas direcciones contribuirá al ajuste apropiado del margen interno y, por lo tanto, a una mejor precisión en la delimitación del Volumen Objetivo Interno (ITV) logrando minimizar los efectos adversos por sobredosis de los órganos sanos o subdosis del volumen objetivo en el tratamiento con Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT).

### **Limitaciones:**

Una limitante para obtener la muestra de investigación en las pacientes con cáncer de cuello uterino fue que por trabajar con población a la que se le va a instruir, se dependió de su disponibilidad a seguir las indicaciones y del consentimiento de los mismos; y al emplear un equipo como el TEM-Simulador, de su buen funcionamiento.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **Conclusiones**

Existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga para la dirección ventro - dorsal y cráneo-caudal evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Hay variación significativa de la posición del útero en la dirección ventro- dorsal según borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero ( $p=0.019$ ) y borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero ( $p=0.000$ ) en vejiga vacía y vejiga llena.

Hay variación significativa de la posición del útero en la dirección cráneo - caudal según borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero ( $p=0.000$ ) en vejiga vacía y vejiga llena.

No hay variación significativa de la posición del útero en la dirección latero - lateral según la línea media sagital al borde externo y derecho del útero ( $p=0.585$ ) y la línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero ( $p=0.164$ ) en vejiga vacía y vejiga llena.

## **Recomendaciones**

Se sugiere que, debido a los resultados obtenidos en el presente estudio, se emplee un margen asimétrico en la delimitación del margen interno para la planificación del tratamiento de las pacientes con cáncer de cuello uterino, considerando que el margen en la dirección cráneo-caudal y ventro-dorsal serán mayores respecto a la dirección latero-lateral.

Se recomienda evaluar el nivel de dosis de radiación recibida por los órganos al cambio de repleción vesical representado en un histograma dosis- volumen en las pacientes con cáncer de cuello uterino.

Se aconseja que en la realización de próximos estudios se mantengan algunos criterios (p. ej. tamaño de la muestra, estadio clínico, tipo de cáncer ginecológico, orientación uterina) similares a esta u otras investigaciones sobre el tema tratado, de modo que puedan contribuir en la discusión de los resultados.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Organización Mundial de la Salud. Papiloma virus humanos (PVH) y cáncer cérvico-uterino. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017 [Acceso el 4 de julio del 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs380/es/>
2. Liga Contra el Cáncer. Cáncer de Cuello uterino. Perú: Liga Contra el Cáncer; 2016 Disponible en: <http://www.ligacancer.org.pe/tiposdecancer.html>.
3. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Datos Epidemiológicos. Perú: Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Disponible en: <http://portal.inen.sld.pe/indicadores-anuales-de-gestion-produccion-hospitalaria/>
4. Sociedad Americana del Cáncer. ¿Cómo se clasifica por etapas el cáncer de cuello uterino? Estados Unidos: Sociedad Americana del Cáncer; 2016.
5. Lee JE, Han Y, Huh SJ, Park W, Kang MG, Ahn YC, Lim DH. Interfractional variation of uterine position during radical RT: weekly CT evaluation. *Gynecol Oncol*. 2007 Jan;104(1):145-51.
6. Maemoto H, Toita T, Ariga T, Heianna J, Yamashiro T, Murayama S. Predictive factors of uterine movement during definitive radiotherapy for cervical cancer. *J Radiat Res*. 2017 May 1;58(3):397-404. doi: 10.1093/jrr/rrw101.
7. Ahmad R, Hoogeman MS, Bondar M, Dhawtal V, Quint S, De Pree I, Mens JW, Heijmen BJ. Increasing treatment accuracy for cervical cancer patients using correlations between bladder-filling change and cervix-uterus displacements: proof of principle. *Radiother Oncol*. 2011 Mar;98(3):340-6. doi: 10.1016/j.radonc.2010.11.010.
8. Virendra B, Abhinav M, Omprakash G, Raghuram S, Priyusha B, Krishnlal G, Kanchan S. The association of the uterine motion with bladder volume during radiotherapy in gynecological malignancies. *J Cancer Metastasis Treat* 2016; 2:139-43. <https://doi.org/10.20517/2394-4722.2015.68>
9. Taylor A, Powell ME. An assessment of interfractional uterine and cervical motion: implications for radiotherapy target volume definition in gynaecological cancer. *Radiother Oncol*. 2008 Aug;88(2):250-7. doi: 10.1016/j.radonc.2008.04.016.
10. Buchali A, Koswig S, Dinges S, Rosenthal P, Salk J, Lackner G, et al. Impact of the filling status of the bladder and rectum on their integral dose distribution and the

movement of the uterus in the treatment planning of gynaecological cancer. *Radiother Oncol.* 1999 Jul;52(1):29-34. doi: 10.1016/s0167-8140(99)00068-7.

11. Flores F. Embriología Humana (FCBP). Material de lectura N°14. Aparato urogenital. Perú: Universidad Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias de la Salud. [Acceso el 08 de agosto del 2017]. Disponible en: [http://files.uladech.edu.pe/docente/25558907/EMBRIOLOGIA\\_HUMANA/SESION\\_13/APARATO\\_UROGENITAL.pdf](http://files.uladech.edu.pe/docente/25558907/EMBRIOLOGIA_HUMANA/SESION_13/APARATO_UROGENITAL.pdf).
12. Arenal J. Aparato Genitourinario. Anatomía aplicada. 2008. [Acceso el 08 de agosto del 2017]. Disponible en: <http://www.iescarlosbousono.com/wordpress/wpcontent/uploads/2008/04/Aparato-Genitourinario.pdf>.
13. Testud L. Latarjet A. Compendio de anatomía descriptiva. 22 ed. España: Salvat Ediciones; 1996.
14. Ahmad R, Hoogeman MS, Quint S, Mens JW, de Pree I, Heijmen BJ. Inter-fraction bladder filling variations and time trends for cervical cancer patients assessed with a portable 3-dimensional ultrasound bladder scanner. *Radiother Oncol.* 2008 Nov;89(2):172-9. doi: 10.1016/j.radonc.2008.07.005.
15. Moore K., Dalley A, Agur A. Anatomía con orientación clínica. 6ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009.
16. Abad L. Obstetricia y Ginecología. España: Grupo Planeta (GBS); 2004.
17. Universidad Católica de Cuyo San Luis. Anatomía. Argentina: Universidad Católica de Cuyo San Luis; 2016. [Acceso el 08 de agosto del 2017]. Disponible en: <http://uccuyosl.edu.ar/facultades/wp-content/uploads/2016/04/2016-Generalidades.pdf>.
18. Botella J. El útero, fisiología y patología. Madrid: Ediciones Díaz Santos; 1997. [Acceso el 08 de agosto del 2017]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=XyENVKKG99SQC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=utero+anteversion+y+anteflexion&source=bl&ots=2DW6\\_nsSqq&sig=MYpyk58H4uSy0FJfbYZ4kyA2\\_U&hl=es-](https://books.google.com.pe/books?id=XyENVKKG99SQC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=utero+anteversion+y+anteflexion&source=bl&ots=2DW6_nsSqq&sig=MYpyk58H4uSy0FJfbYZ4kyA2_U&hl=es-)

[419&sa=X&ved=0ahUKEwji5bvUmKvXAhXDW5AKHe5rBf0Q6AEIZDAM#v=onepage&q=utero%20anteversion%20y%20anteflexion&f=false](#)

19. Sanabria J, Fernández Z, Cruz I, Oriolo L, Llanuch M. El cáncer cervicouterino y las lesiones precursoras: revisión bibliográfica. Rev. Ciencias Médicas [Revista en Internet]. 2011 [Acceso el 20 de agosto del 2017]; 15(4). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942011000400026](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942011000400026).
20. Ortiz R, Uribe C, Díaz L, Dangond Y. Factores de riesgo para cáncer de cuello uterino Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. 2004; 55 (2): 146-160. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1952/195214306007.pdf>
21. Sankaranarayanan R, Wesley RS. Manual práctico para la detección visual de las neoplasias cervicales. Lyon: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer; 2003. Disponible en: <https://screening.iarc.fr/doc/viaviliesmanual.pdf>
22. American Society of Clinical Oncology (ASCO). Cáncer de cuello uterino: Estadios. Disponible en: <https://www.cancer.net/es/tipos-de-c%C3%A1ncer/c%C3%A1ncer-de-cuello-uterino/estadios>
23. Seguro Social del Perú. Guía de Práctica Clínica de Cáncer de Cuello Uterino. Lima-Perú: Essalud; 2011. [Acceso el 20 de noviembre del 2017]. Disponible en: [http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/informacion/guia\\_c\\_cuello\\_uterino2011.pdf](http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/informacion/guia_c_cuello_uterino2011.pdf)
24. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Guía de Práctica Clínica de Cáncer de cuello uterino. Perú: Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas; 2011. [Acceso el 20 de noviembre del 2017]. Disponible en: [http://www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/normas\\_tecnicas/2011/25042011\\_CAN CER CUELLO UTERINO 19 04 11.pdf](http://www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/normas_tecnicas/2011/25042011_CAN CER CUELLO UTERINO 19 04 11.pdf)
25. National Comprehensive Cancer Network. Cervical Cancer. Clinical Practice Guidelines in Oncology. Ukraine: National Comprehensive Cancer Network; 2017. [Access on November 20, 2017]. Available in: [https://oncolife.com.ua/doc/nccn/Cervical\\_Cancer.pdf](https://oncolife.com.ua/doc/nccn/Cervical_Cancer.pdf)
26. Sola A. Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT). Revista Medica Clínica Condes- 2011; 22(6) 834-843.

27. Manterola A., Romero P., Asín G., Rico M., Sola A., Vila M.T. Aplicación clínica de la radioterapia de intensidad modulada. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2009; 32 (Suppl 2): 21-31. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000400003&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000400003&lng=es).
28. Bedoya E. Descripción de la utilidad de la tomografía computarizada en simulaciones realizadas en radioterapia para pacientes oncológicos con cáncer de cabeza y cuello en el hospital Carlos Andrade Marín en el periodo agosto 2015 a enero 2016. [Tesis]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Médicas; 2016.
29. Avalos de Rodriguez V, Mejía I, Ramírez J. Influencia de la comunicación del profesional en radiología con el equipo multidisciplinario en el servicio de radioterapia sobre la protección radiológica a los pacientes tratados en el área de teleterapia, Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, febrero-junio, 2017. [Tesis]. Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina, 2017.
30. Ochandorena K, Moreira E. Simulador para marcado en radioterapia. [Tesis] Universidad de la República de Uruguay. Facultad de Medicina. Disponible en: <https://docplayer.es/52310032-Simulador-para-marcado-en-radioterapia.html>
31. Stephenson J, Wiley A. Current Techniques in Three-Dimensional CT Simulation and Radiation Treatment Planning. Cancer Network. 1995; Oncology Vol 9 No 11. Disponible en: <https://www.cancernetwork.com/view/current-techniques-three-dimensional-ct-simulation-and-radiation-treatment-planning>
32. Iglesias Lago A. Planificadores 3D y simulación virtual del tratamiento. Situación en España. Supervivencia asociada a su aplicación. Santiago de Compostela: Servicio Galego de Saúde, Axencia de Avaliación de Tecnoloxías Sanitarias de Galicia; 2003.
33. Consejo de Seguridad Nuclear. Las radiaciones ionizantes en un servicio de radioterapia. Equipamiento utilizado en radioterapia externa. España: Consejo de Seguridad Nuclear; 2010.
34. Aird EG, Conway J. CT simulation for radiotherapy treatment planning. Br J Radiol. 2002 Dec; 75(900):937-49. doi: 10.1259/bjr.75.900.750937.

35. Sasa MS. CT Simulation Process and Techniques. 44 th Annual Meeting Course. Mallinckrodt Institute of Radiology. Washington University School of Medicine. St Louis. Disponible en: <https://www.aapm.org/meetings/2001am/pdf/7200-35328.pdf>
36. Perez H. Procedimiento de Simulación Virtual. 2006 Disponible en: <http://himfg.com.mx/descargas/documentos/planeacion/guiasclinicasHIM/MPSimulacionvirtual.pdf>
37. Lee N y col: Target Volume Delineation for Conformal and Intensity-Modulated Radiation Therapy. Medical Radiology Radiation Oncology. 2015.
38. Comisión Internacional de medidas y unidades de radiación (ICRU). Prescripción, registro y elaboración de Informes en la terapia con haces de fotones ICRU Report 62. España: Comisión Internacional de medidas y unidades de radiación.
39. Samper P. Volúmenes Blanco en Radioterapia Conformada 3D. Sociedad Española de Oncología Radioterápica. 2010.
40. Lim K, Small W Jr, Portelance L, Creutzberg C, Jürgenliemk-Schulz IM, Mundt A, et al. Consensus guidelines for delineation of clinical target volume for intensity-modulated pelvic radiotherapy for the definitive treatment of cervix cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2011 Feb 1;79(2):348-55. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20472347>.
41. International Commission on Radiation Units and Measurement. Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT). Journal of the ICRU. 2010; Vol. 10 (1). Report 83
42. Martínez R. Estudio dosimétrico de márgenes internos, a través de simulación de tratamiento de blancos bajo movimiento respiratorio. Universidad Nacional de Colombia. Colombia; 2009. [Acceso el 02 de diciembre del 2017]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2742/1/835089.2010.pdf>
43. Van Herk M, Remeijer P, Rasch C, Lebesque JV. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2000 Jul 1;47(4):1121-35. doi: 10.1016/s0360-3016(00)00518-6.



44. Njeh CF. Tumor delineation: The weakest link in the search for accuracy in radiotherapy. *J Med Phys.* 2008 Oct;33(4):136-40. doi: 10.4103/0971-6203.44472.
45. Weiss E, Hess CF. The impact of gross tumor volume (GTV) and clinical target volume (CTV) definition on the total accuracy in radiotherapy theoretical aspects and practical experiences. *Strahlenther Onkol.* 2003 Jan;179(1):21-30. doi: 10.1007/s00066-003-0976-5.

## ANEXOS

ANEXO N° 1: Consentimiento informado .....	75
ANEXO N° 2: Instrumento.....	77
ANEXO N° 3: Validación del instrumento .....	79
ANEXO N° 4: Solicitud de permiso.....	84
ANEXO N° 5: Matriz de consistencia .....	85
ANEXO N° 6: Operacionalización de variables.....	86
ANEXO N° 7: Pasos a seguir en el en el examen de TEM simulación.....	87
ANEXO N° 8: Prueba de Normalidad .....	90
ANEXO N° 9: Tablas Adicionales .....	91
ANEXO N°10: Imágenes.....	93

## **ANEXO N°1: CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **“POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE -SIMULADOR EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018”.**

Yo.....de.....años de edad, manifiesto que he sido informada de las características propias del estudio de investigación al cual estoy siendo invitada a participar, cuyo objetivo es determinar las variaciones de la posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, 2018. Entiendo que eso implica autorizar se me realicen los exámenes tomográficos respectivos, habiendo sido informada que dichos exámenes no implican un riesgo o daño para mi salud. Asimismo, soy consciente que no habrá ningún beneficio económico por colaborar en la investigación y tampoco significará un gasto para mi persona.

Se me ha informado que el beneficio de participar en este estudio será el poder contar con exámenes más precisos que permitirán una mejor evaluación y monitoreo de las pacientes con cáncer de cuello uterino y que el reporte de los exámenes tomográficos será confidencial y solo será utilizado por la investigadora para los fines del estudio.

Se me ha proporcionado información, donde se especifica los pasos que deberé seguir para la realización del examen tomográfico, como el entrar al vestidor para la colocación de una bata, el subir a la mesa del tomógrafo en posición supino con las manos cruzadas encima del pecho, el tener un soporte en la cabeza para comodidad y un soporte de tobillos para inmovilización, el hacerme unas marcas con plumón (ISOTAC) sobre la piel en el cruce de los láseres para una mejor toma tomográfica y el ingerir por vía oral 500 ml de agua después que la primera parte del procedimiento haya culminado y antes de comenzar la segunda. Al momento de tener la sensación de miccionar se avisará al Tecnólogo Médico en Radiología para poder ingresar a realizar la segunda adquisición de las imágenes tomográficas.

He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre el procedimiento a realizar y se me ha respondido satisfactoriamente.

Se me ha proporcionado el nombre y el número de la investigadora, para contactarme con ella en caso lo requiera.

Asimismo, confirmo que mi participación es voluntaria y podré retirarme del estudio en cualquier momento que sea conveniente.

Confirmo mi deseo de participar en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento sin que eso me afecte de ninguna manera.

Tomando ello en consideración, otorgo mi consentimiento a la Srta. Malena del Rocío Díaz Ramos, para participar en su investigación y la información que obtenga sea utilizada para el logro de sus objetivos.

-----  
Firma Investigador

-----  
Fecha hora

-----  
Firma Participante

**ANEXO N°2: INSTRUMENTO**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° \_\_\_\_**

Fecha de Estudio: \_\_\_\_\_

**I. Datos generales de los pacientes**

1. Edad de la paciente: \_\_\_\_\_
2. Número de hijos/ Número de Abortos: \_\_\_\_\_ Nulípara  Multípara
3. Lugar natural / Lugar de Procedencia: \_\_\_\_\_  
Costa  Sierra  Selva
4. Estadío Clínico: \_\_\_\_\_
5. Tamaño del tumor: \_\_\_\_\_
6. Orientación uterina: AVF (Anteversoflexo)  RVF (Retroversoflexo)

**II. Evaluación Global del paciente**

Posición del útero				
Vejiga Vacua o Vacía al mínimo				
A	B	C	D	E

Posición del útero				
Vejiga Llena al máximo				
A	B	C	D	E

**DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA.**

- A.- Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.
- B.- Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.

**DIRECCIÓN CRÁNEO-CAUDAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA**

C.- Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.

**DIRECCIÓN LATERO-LATERAL EN VEJIGA VACÍA Y LLENA**

D.- Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.

E.- Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.

### ANEXO N°3: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### VALIDEZ DE CONTENIDO: INDICE DE APROBACIÓN DE EXPERTOS

CRITERIOS	N° de Jueces			Valor
	1	2	3	
1. El instrumento propuesto responde al problema de investigación	1	1	1	3
2. Las instrucciones son claras y orientan al desarrollo del instrumento.	1	1	1	3
3. Las preguntas o ítems permitirán lograr los objetivos del estudio.	1	1	1	3
4. Las preguntas o ítems responden a la operacionalización de las variables.	1	1	1	3
5. El número de preguntas o ítems es adecuado.	1	1	1	3
6. Las preguntas o ítems están redactados en forma clara y entendible para la población de estudio.	1	1	1	3
7. Eliminaría alguna pregunta o ítem.	1	1	1	3

Se ha considerado lo siguiente:

1 (SI) = De acuerdo

0 (NO) = En desacuerdo

\*Criterio 7: Si = 0; No=1.

Prueba de Concordancia entre los jueces.

$$b: \frac{T_a}{T_a + T_d} \times 100$$

$$b: \frac{T_a \times 100}{T_a + T_d}$$

$$b: \frac{21 \times 100}{21 + 0} = 100\%$$

Se pidió a 3 jueces expertos su apreciación sobre el instrumento, de acuerdo a los criterios estipulados, los cuales fueron calificados con un puntaje de 1 si estaban de acuerdo y un puntaje de 0 si estaban en desacuerdo, sin embargo, en el criterio 7, se ha colocado el puntaje de manera inversa, debido a que la premisa está formulada de manera negativa. De acuerdo a la evaluación estadística por prueba de concordancia entre expertos se encontró que existe evidencia de perfecta validez (100%), habiendo una concordancia favorable entre los expertos en todos los criterios.



**OPINIÓN DEL JUEZ EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

"POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFIA ESPIRAL MULTICORTE -SIMULADOR EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018".

NOMBRE DEL EGRESADO: Malena del Rocio Diaz Ramos

**DATOS DEL JUEZ EXPERTO**

NOMBRE Y APELLIDOS: Milca Ana Sarai Verde Morales

CARGO ACTUAL: Licenciada Tecnólogo Medico /Área: Radioterapia


FECHA: 02 /08/ 2018

**INSTRUCCIONES**

A continuación se presenta 7 criterios, los cuales permitirán obtener su apreciación del instrumento del proyecto de investigación, siendo esto de gran importancia ya que nos permitirá realizar los ajustes correspondientes y obtener un instrumento más confiable.

Nº	CRITERIOS	SI	NO	Señale la pregunta o el ítem que debe modificarse
1	El instrumento propuesto responde al problema de investigación.	✓		
2	Las instrucciones son claras y orientan al desarrollo del instrumento.	✓		
3	Las preguntas o ítems permitirán lograr los objetivos del estudio.	✓		
4	Las preguntas o ítems responden a la operacionalización de las variables.	✓		
5	El número de preguntas o ítems es adecuado.	✓		
6	Las preguntas o ítems están redactados en forma clara y entendible para la población en estudio.	✓		
7	Eliminaría alguna pregunta o ítem.		✓	

SUGERENCIAS:

  
Lic. Milca Ana Sarai Verde Morales  
Tecnólogo Médico  
C.T.M.P. 9783

Firma y sello del Experto

**OPINIÓN DEL JUEZ EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

"POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE -SIMULADOR EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018".

NOMBRE DEL EGRESADO: Malena del Rocio Diaz Ramos

**DATOS DEL JUEZ EXPERTO**

NOMBRE Y APELLIDOS: Santos Alberto Bravo Saavedra

CARGO ACTUAL: Licenciado Tecnólogo Medico / Area: Radiología

FECHA: 02 /08 / 2018

**INSTRUCCIONES**

A continuación se presenta 7 criterios, los cuales permitirán obtener su apreciación del instrumento del proyecto de investigación, siendo esto de gran importancia ya que nos permitirá realizar los ajustes correspondientes y obtener un instrumento más confiable.

Nº	CRITERIOS	SI	NO	Señale la pregunta o el ítem que debe modificarse
1	El instrumento propuesto responde al problema de investigación.	✓		
2	Las instrucciones son claras y orientan al desarrollo del instrumento.	✓		
3	Las preguntas o ítems permitirán lograr los objetivos del estudio.	✓		
4	Las preguntas o ítems responden a la operacionalización de las variables.	✓		
5	El número de preguntas o ítems es adecuado.	✓		
6	Las preguntas o ítems están redactados en forma clara y entendible para la población en estudio.	✓		
7	Eliminaría alguna pregunta o ítem.		✓	

SUGERENCIAS:

  
-----  
Lic. ~~Bravo Saavedra~~ Santos Alberto  
Tecnólogo Médico  
C.T.M.P. 9785      Firma y sello del Experto

**OPINIÓN DEL JUEZ EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

"POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE -SIMULADOR EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018".

NOMBRE DEL EGRESADO: Malena del Rocio Diaz Ramos

**DATOS DEL JUEZ EXPERTO**

NOMBRE Y APELLIDOS: Patricia Sofia Vivanco Jiménez

CARGO ACTUAL: Licenciada Tecnólogo Médico / Área: Radioterapia

FECHA: 03/08/2018

**INSTRUCCIONES**

A continuación se presenta 7 criterios, los cuales permitirán obtener su apreciación del instrumento del proyecto de investigación, siendo esto de gran importancia ya que nos permitirá realizar los ajustes correspondientes y obtener un instrumento más confiable.

Nº	CRITERIOS	SI	NO	Señale la pregunta o el ítem que debe modificarse
1	El instrumento propuesto responde al problema de investigación.	✓		
2	Las instrucciones son claras y orientan al desarrollo del instrumento.	✓		
3	Las preguntas o ítems permitirán lograr los objetivos del estudio.	✓		
4	Las preguntas o ítems responden a la operacionalización de las variables.	✓		
5	El número de preguntas o ítems es adecuado.	✓		
6	Las preguntas o ítems están redactados en forma clara y entendible para la población en estudio.	✓		
7	Eliminaría alguna pregunta o ítem.		✓	

SUGERENCIAS:



Firma y sello del Experto  
Lic. T.M. Vivanco Jiménez Patricia Sofia  
CTMP 3237

## ANEXO N° 4: SOLICITUD DE PERMISO



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América.  
**Facultad de Medicina**  
**Escuela Profesional de Tecnología Médica.**

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Surquillo, 30 de junio del 2022.

Dra.

**ADELA HEREDIA ZELAYA**

Directora Ejecutiva del Departamento de Radioterapia del INEN

Me es grato dirigirme a usted para hacerle llegar un saludo cordial y a la vez hacer de su conocimiento que estoy realizando un proyecto de investigación titulado: **"POSICIÓN DEL ÚTERO EN RELACIÓN AL LLENADO DE LA VEJIGA EVALUADO POR TOMOGRAFÍA ESPIRAL MULTICORTE- SIMULADOR EN PACIENTES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS, 2018"**. Por tal motivo, yo, MALENA DEL ROCIO, DIAZ RAMOS identificada con DNI N° 70060283, bachiller de la Escuela Profesional de Tecnología Médica en el área de Radiología acudo a usted para solicitar el permiso para ejecutar el proyecto de investigación, así como para la recolección de datos e información de las historias clínicas a través de la plataforma del SISINEN en el área de Simulación del departamento de Radioterapia.

Me despido ante usted expresando mi más sincero agradecimiento por acceder a mi petición.

Atentamente.

Bach. Malena del Rocio Diaz Ramos  
DNI: 70060283

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS  
M. ADELA HEREDIA ZELAYA  
DIRECTORA EJECUTIVA  
DPTO. DE RADIOTERAPIA

**ANEXO N° 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>TECNICAS E INSTRUMENTOS</b>
¿Cuál es la posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino? Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, 2018?	Determinar la posición del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte - Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	Ha: Existen posiciones significativas variadas del útero en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador en pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.	<b>VARIABLES DE ESTUDIO:</b>  <b>Variable 1:</b> Posición del útero.  <b>Variable 2:</b> Llenado de la vejiga.	<b>Tipo:</b> cuantitativo  <b>Nivel:</b> aplicativo  <b>Diseño:</b> correlacional, prospectivo de corte transversal.	<b>Población:</b> 320 pacientes con cáncer de cuello uterino del servicio de radioterapia del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, julio a octubre 2018  <b>Muestra:</b> El tamaño de la muestra a un 92% de confianza será de 87 usuarias que acuden al servicio de radioterapia.	<b>Técnicas:</b> método de observación  <b>Instrumento:</b> Ficha de recolección de datos.  <b>Análisis de datos</b> Variables categóricas, serán presentados en frecuencias absolutas y porcentuales. Variables continuas, se usará medias y desviaciones estándar. Análisis inferencial. se hará uso de pruebas de normalidad con la finalidad de establecer si se utilizarán pruebas paramétricas (T de Student) o pruebas no paramétricas (Wilcoxon)
	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>					
	Determinar la variación del útero en la dirección ventro-dorsal con vejiga vacía y llena. Determinar la variación del útero en la dirección cráneo-caudal con vejiga vacía y llena. Determinar la variación del útero en la dirección latero-lateral con vejiga vacía y llena.					



**ANEXO N° 6: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variables</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Valor Final</b>	<b>Fuente de Verificación</b>
<b>Posición del útero.</b>	Cambios de posición del útero en relación a la vejiga.	Dirección ventro-dorsal	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Cuantitativa	Razón	En promedio	Ficha de Recolección de datos
			Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Cuantitativa	Razón	En promedio	
		Dirección cráneo-caudal	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Cuantitativa	Razón	En promedio	
		Dirección latero-lateral.	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Cuantitativa	Razón	En promedio	
			Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Cuantitativa	Razón	En promedio	
<b>Llenado de la vejiga.</b>	Es el volumen almacenado en la vejiga.	Vacía	Volumen al mínimo contenido en la vejiga.	Cualitativa	Nominal	Si No	
		Llena	Volumen al máximo contenido en la vejiga.	Cualitativa	Nominal		

## **ANEXO N° 7: PASOS A SEGUIR EN EL EN EL EXAMEN DE TEM SIMULACIÓN**

Para realizar el examen:

La paciente y/o representante legal del mismo recibirá y leerá el consentimiento informado, luego de forma libre y voluntaria firmará el consentimiento informado aceptando haber recibido la información y comprender el estudio a realizar, si la paciente tuviera alguna duda será absuelta y explicada de la mejor manera, de modo que pueda comprender mejor el procedimiento.

- i. La paciente entrará al vestidor y se retirará la ropa de la cintura para abajo.
- ii. La paciente se acostará en la mesa del tomógrafo en posición supino con las manos cruzadas encima del pecho.
- iii. El Tecnólogo Médico le colocará un soporte en la cabeza para comodidad y un soporte de tobillos para inmovilización. A continuación, se subirá la mesa del tomógrafo verticalmente (eje) hasta la línea media de la pelvis y horizontalmente (eje) se desplaza la mesa hasta que los láseres estén ubicados aproximadamente 5-10cm cefálico a la sínfisis del pubis, se alinea a la paciente de modo que no exista alguna rotación y se encuentre centrada.
- iv. Luego se pasará hacer unas marcas con plumón (ISOTAC) sobre la piel de la paciente en el cruce de los láseres (acción que se le indica a la paciente antes de realizarlo), esto nos permitirá corregir si hay alguna rotación y de ser así poder centrarla nuevamente.
- v. Se colocará en 0 la distancia en el tomógrafo y luego se moverá la mesa con el paciente adentro del tomógrafo hasta la distancia de 500 mm (debido a que la distancia que separa los láseres externos

con el centro del tomógrafo es de 50 cm, esto nos permitirá ubicarnos en el mismo ISOTAC). Por lo que luego de llegar a 500 se coloca en el tomógrafo y se desplazará 15 cm caudalmente.

- vi. El Tecnólogo Médico indicará a la paciente que no debe moverse durante todo el estudio y se le indicará que respire de forma tranquila.

Para realizar la obtención de las imágenes:

- vii. El Tecnólogo Médico realizará 2 escaneos a cada paciente de este proyecto de investigación y se utilizará un TC Phillips Brilliance Big Core de 16 cortes y con apertura de gantry de 85cm.
- viii. Para la primera imagen tomográfica la paciente deberá estar con la vejiga vacía al mínimo, por ello se le indicará a la paciente miccionar para comenzar con la obtención de las imágenes.
- ix. Se realizará un topograma o scout view de FOV de 400-600 mm que abarcará desde la última vértebra dorsal (D12) – hasta borde inferior del trocánter menor, 120kv, 50mA.
- x. Se realizará imágenes volumétricas con un espesor de 2mm, 120kv, 160-200mA, FOV 600mm y la reconstrucción de un grosor de corte de 3 mm, se realizarán cubriendo un volumen con margen superior en el espacio vertebral L2-L3 y margen inferior 10 cm por debajo de la sínfisis del pubis.
- xi. Terminada la adquisición de las imágenes se procederá a marcar a la paciente con una aguja hipodérmica y tinta (acción que se le indica antes de realizar) dejando en la piel de la paciente tres puntos (dos laterales y un anterior) que corresponden a las marcas con plumón anteriormente realizadas.
- xii. Se informará a la paciente que la primera parte del procedimiento ha culminado y para la segunda parte deberá ingerir por vía oral



500 ml de agua y que al momento de tener la sensación de miccionar avise al Tecnólogo Médico en Radiología para que pueda ingresar a realizarse la segunda adquisición de las imágenes tomográficas.

- xiii. Luego de verificar que la paciente tenga la sensación de miccionar y no pueda soportar más la contención de la orina, se procederá a acostar a la paciente en la mesa del tomógrafo en posición supino con manos cruzadas encima del pecho, se le colocará un soporte en la cabeza y un soporte de tobillos para inmovilización.
- xiv. El personal Tecnólogo Médico en Radiología sube la mesa del tomógrafo verticalmente (eje) y desplaza la mesa horizontalmente (eje) hasta que los láseres laterales coincidan con los puntos laterales en la piel de la paciente (marcados al finalizar la primera parte); mientras que, para el punto anterior en la piel habrá coincidencia con el láser respecto a la línea media sagital de la paciente más no en el transversal debido al aumento del volumen de la vejiga. Todo esto nos permitirá obtener imágenes similares a la anterior adquisición para que se encuentren centradas y sin ninguna rotación.
- xv. El proceso de centraje y adquisición de las imágenes en el tomógrafo serán las mismas que se mencionaron en el primer escaneo.
- xvi. Finalizado el último escaneo se le informa a la paciente que la última parte del procedimiento ha culminado.

## ANEXO N° 8: PRUEBA DE NORMALIDAD

variables	Prueba de Kolmogorov-Smirnov		p	Normalidad	Prueba
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,068	Si	
	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
DIRECCIÓN CRANEO-CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	0,032	No	Wilcoxon
		Vejiga Llena	0,061	Si	

## ANEXO N° 9: TABLAS ADICIONALES

**Tabla A:** Prueba de normalidad

	variables		Prueba de Kolmogorov-Smirnov		Prueba
			p	Normalidad	
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,068	Si	
	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
DIRECCIÓN CRANEO-CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	0,200	Si	T de Student muestras relacionadas
		Vejiga Llena	0,200	Si	
	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	0,032	No	Wilcoxon
		Vejiga Llena	0,061	Si	

**Tabla B:** Variación de la posición del útero anteversoflexo en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Desplazamiento del útero Anteversoflexo			N	Media (mm)	Desv. Desviación	Min.	Máx.
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	80	29.33	29.51	-59.00	97.10
		Vejiga Llena	80	32.93	27.37	-22.00	91.70
	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	80	104.97	13.89	74.80	147.60
		Vejiga Llena	80	107.93	15.27	75.60	152.30
DIRECCIÓN CRANEO-CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	80	110.77	20.17	63.50	188.50
		Vejiga Llena	80	119.87	21.35	43.20	194.50
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	80	38.06	13.80	8.20	95.30
		Vejiga Llena	80	37.81	14.71	8.00	98.60
	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	80	43.71	12.10	21.60	97.30
		Vejiga Llena	80	44.38	11.98	20.00	99.50

Los valores positivos expresan movimientos externos y los valores negativos, movimientos internos.

**Tabla C:** Variación de la posición del útero retroversoflexo en relación al llenado de la vejiga evaluado por Tomografía Espiral Multicorte – Simulador. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas del año 2018.

Desplazamiento del útero en Retroversoflexo			N	Media (mm)	Desv. Desviación	Mín.	Máx.
DIRECCIÓN VENTRO-DORSAL	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero..	Vejiga Vacía	7	58.29	14.14	27.80	69.90
		Vejiga Llena	7	57.27	14.51	25.70	68.80
	Borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	7	115.47	17.47	98.60	142.00
		Vejiga Llena	7	116.30	18.26	96.80	141.30
DIRECCIÓN CRANEO -CAUDAL	Borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.	Vejiga Vacía	7	93.29	14.83	76.70	119.20
		Vejiga Llena	7	98.04	12.43	87.00	123.00
DIRECCIÓN LATERO-LATERAL	Línea media sagital al borde externo y derecho del útero.	Vejiga Vacía	7	30.26	13.12	13.20	49.40
		Vejiga Llena	7	28.07	11.99	11.00	42.80
	Línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.	Vejiga Vacía	7	40.91	7.12	33.10	54.60
		Vejiga Llena	7	43.93	7.31	36.60	59.20

Los valores positivos expresan movimientos externos y los valores negativos, movimientos internos.

## ANEXO N° 10: IMÁGENES

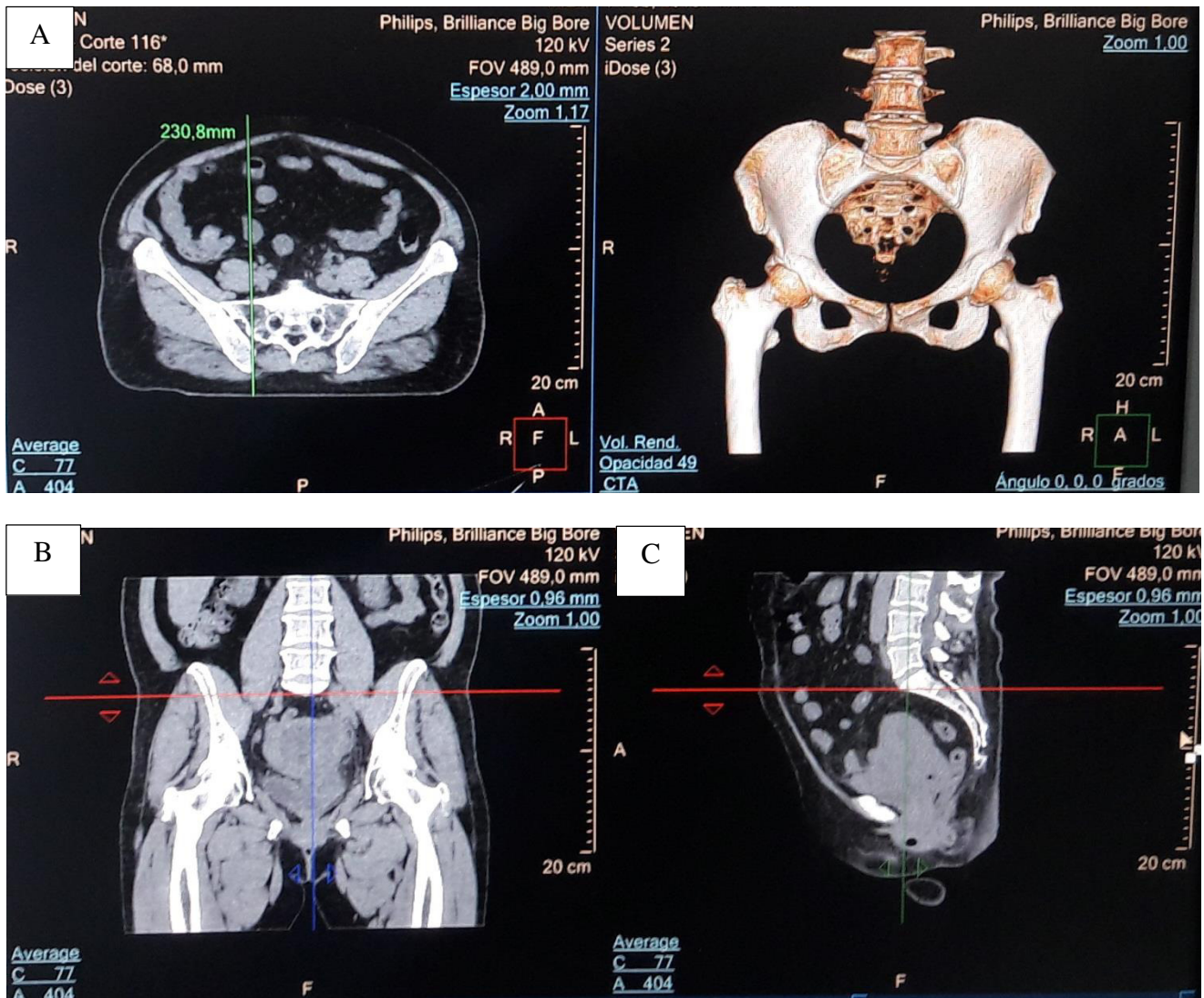


IMAGEN 1: Imágenes Tomográficas del Portal IntelliSpace de Philips. Corte Axial (A), Corte Coronal (B) y Corte Sagital (C) de la región pélvica femenina.

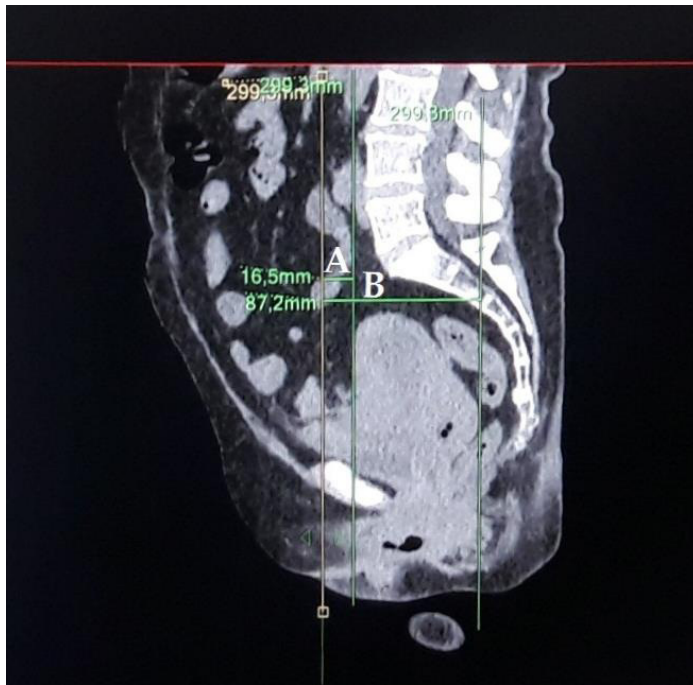


IMAGEN 2: IMAGEN TOMOGRÁFICA CORTE SAGITAL DE LA PELVIS.  
 A. Medida del borde anterior de la sínfisis del pubis al borde anterior del cuerpo del útero.  
 B. Medida del borde anterior de la sínfisis del pubis al borde posterior del cuerpo del útero.

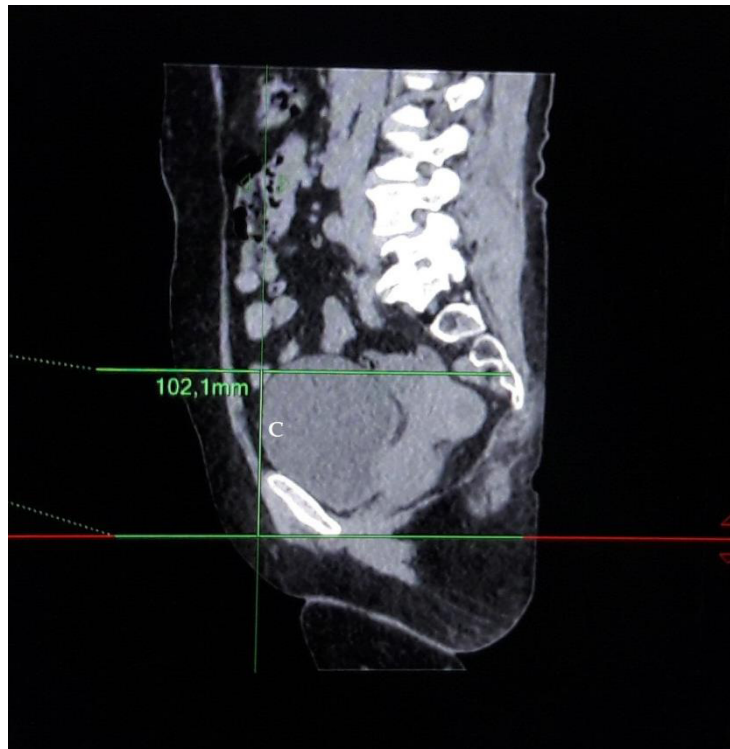


IMAGEN 3: IMAGEN TOMOGRÁFICA CORTE SAGITAL DE LA PELVIS  
 C. Medida del borde inferior de la sínfisis del pubis al borde superior del cuerpo del útero.



IMAGEN 4: IMAGEN TOMOGRÁFICA CORTE CORONAL DE LA PELVIS.  
D. Medida desde la línea media sagital al borde externo y derecho del útero.  
E. Medida desde la línea media sagital al borde externo e izquierdo del útero.





IMAGEN 5: Fotografía del Tomógrafo Espiral Multicorte- Simulador Phillips Brilliance Big Core con el sistema de láseres laterales y de techo.



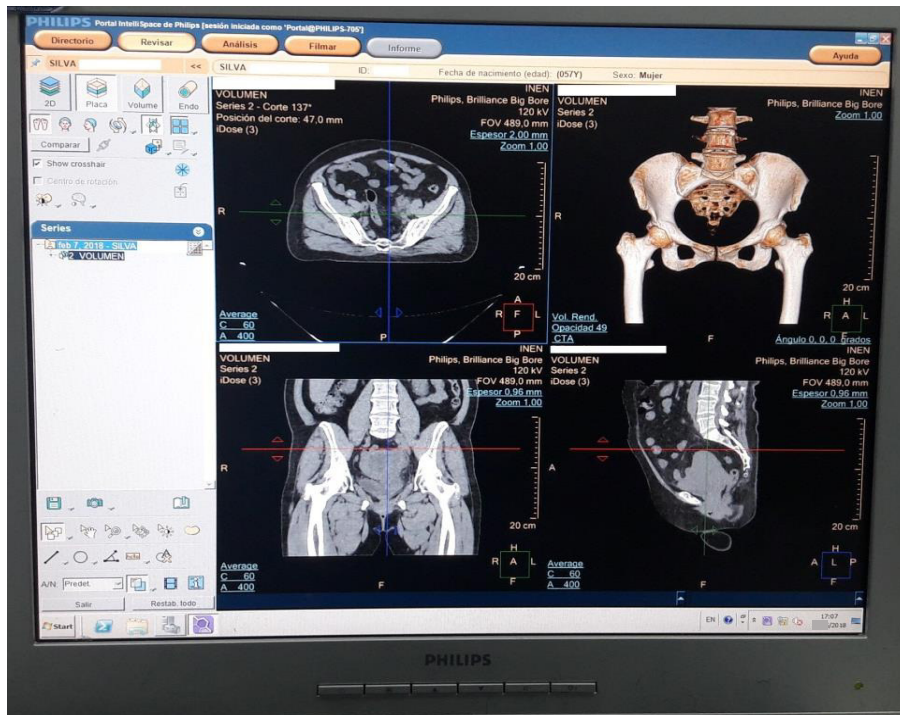
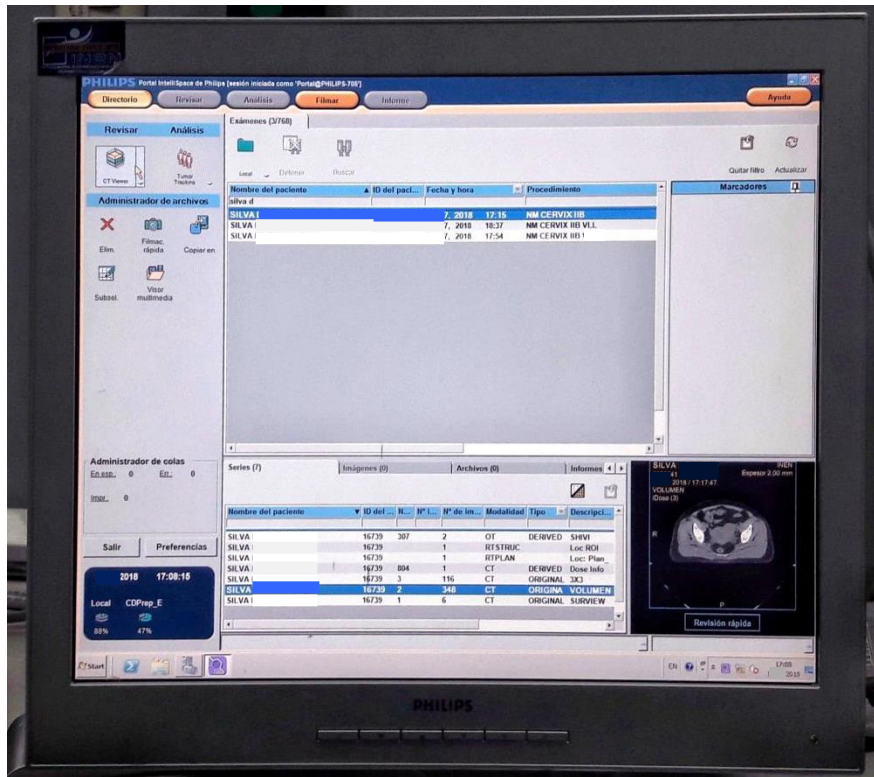


IMAGEN 6: Monitor de Reconstrucción de Imágenes tomográficas con el aplicativo Portal InterliSpace de Phillips.



IMAGEN 7: Fotografía del posicionamiento de la paciente con los accesorios de inmovilización en el TEM- Simulador Phillips Brilliance Big Core.