



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina**

**Escuela Profesional de Tecnología Médica**

**Resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo  
como complemento al plano axial en pacientes con  
estenosis foraminal cervical diagnosticada por  
Resonancia Magnética. Clínica TEM Medical Service  
S.A.C. 2019-2020**

**TESIS**

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

**AUTOR**

Jocelyn YARIHUAMAN AGUIRRE

**ASESOR**

Mg. Celso Manuel HUAMÁN CORREA

Lima, Perú

2021



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

---

Yarihuaman, J. (2021). *Resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en pacientes con estenosis foraminal cervical diagnosticada por Resonancia Magnética. Clínica TEM Medical Service S.A.C. 2019-2020.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Jocelyn Yarihuaman Aguirre
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70033240
URL de ORCID	--
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Celso Manuel Huamán Correa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06922375
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-9971-9178">https://orcid.org/0000-0001-9971-9178</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Lusin Antonio Ponce Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06794361
<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	José Antonio Carbonel Arribasplata
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40578987
<b>Datos de investigación</b>	

Línea de investigación	No aplica.
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Programa de Promoción de Tesis de Pregrado. E18030044-PTPGRADO.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Av. Grau 1005 Latitud: -12.057464995887951 Longitud: -77.0217199174447
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2019 -agosto 2020
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>



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



**“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”**



Firmado digitalmente por  
 FERNÁNDEZ GIUSTI VDA DE PELLA  
 Alicia Jesus FAU 20148092282 soft  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 06.10.2021 11:32:00 -05:00

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



Firmado digitalmente por SANDOVAL  
 VEGAS Miguel Hernan FAU  
 20148092282 soft  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 06.10.2021 10:42:02 -05:00

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. Lusin Antonio Ponce Contreras  
 Miembros: Mg. Isna Liz Larico Pampamallco  
 Dr. José Antonio Carbonel Arribasplata  
 Asesor(a): Mg. Celso Manuel Huamán Correa

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 06 de octubre del 2021, siendo las 09:00 horas, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado **“Resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en pacientes con estenosis foraminal cervical diagnosticada por Resonancia Magnética. Clínica TEM Medical Service S.A.C. 2019 - 2020”**, para optar el Título Profesional de Licenciada en Tecnología Médica en el Área de Radiología de la Señorita:

**JOCELYN YARIHUAMAN AGUIRRE**

Habiendo obtenido el calificativo de:

.....18.....  
 (En números)

.....Dieciocho.....  
 (En letras)

Que corresponde a la mención de: .....Muy Bueno.....

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

.....  
 Presidente  
 Mg. Lusin Antonio Ponce Contreras  
 D.N.I: 06794361

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

.....  
 Miembro  
 Dr. José Antonio Carbonel Arribasplata  
 D.N.I: 40578987

.....  
 Asesor(a) de Tesis  
 Mg. Celso Manuel Huamán Correa  
 D.N.I: 06922375

**Datos de plataforma virtual institucional del acto de sustentación:**

<https://us02web.zoom.us/j/81168439689?pwd=V2Z4NERLbzFCSnFmMzNyNU83d3ZRZz09>

ID:

Grabación archivada en:

Resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en pacientes con estenosis foraminal cervical diagnosticada por Resonancia Magnética. Clínica TEM Medical Service S.A.C. 2019-2020.

**AUTOR:**

Bachiller, YARIHUAMAN AGUIRRE, JOCELYN.

**ASESOR:**

Mg. CELSO HUAMÁN CORREA.

(Profesor asociado TP 20)

## **Dedicado a:**

Mis padres, que están a mi lado y me aconsejan siempre para cada día ser mejor persona. También a las personas que formaron parte de mi crecimiento académico.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme estar siempre junto a mi familia durante todo este proceso de formación.

A mi familia que siempre estuvo detrás de mí para mantenerme en el sendero de lo correcto y evitarme siempre caer en errores.

Al Mg. Celso Huamán Correa por permitirme ser su tesista y ayudarme en proceso este trabajo.

# ÍNDICE

<b>Dedicado a:</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES</b> .....	13
<b>1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	15
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	16
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>1.4 BASES TEÓRICAS</b> .....	17
1.4.1 ANTECEDENTES.....	17
1.4.2 BASE TEÓRICA.....	23
1.4.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	44
1.4.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	45
<b>CAPITULO II MÉTODOS</b> .....	46
<b>2.1 DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	47
2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	47
2.1.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	47
2.1.3 POBLACIÓN .....	47

2.1.4 MUESTRA Y MUESTREO.....	48
2.1.5 VARIABLES.....	49
2.1.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	49
2.1.7 PROCEDIMIENTOS Y ANALISIS DE DATOS .....	50
2.1.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	52
<b>CAPITULO III RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPITULO IV DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	69
5.2 RECOMENDACIONES .....	71
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Características sociodemográficas de los pacientes evaluados por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019	55
Tabla 2	Localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital	55
Tabla 3	Grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital	56
Tabla 4	Hallazgos radiológicos estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital	57
Tabla 5	Diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo	59
Tabla 6	Diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo	61
Tabla 7	Diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo	62
Tabla 8	Diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo	63

## RESUMEN

**OBJETIVOS:** Comparar los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019-2020

**METODOLOGÍA:** estudio con enfoque cuantitativo, observacional, retrospectivo, de corte transversal, de nivel descriptivo y diseño comparativo. Se estudiaron 52 informes de pacientes evaluados por RM con diagnóstico de estenosis Foraminal cervical en la Clínica TEM Medical Service S.A.C. durante el año agosto 2019- agosto del 2020. Para el análisis del estudio se realizó análisis descriptivo a través de medidas de tendencia central, de dispersión. Las variables categóricas se presentaron por distribución de frecuencias relativas y absolutas. La estadística inferencial se usó para comparar los resultados de los planos sagital oblicuo y del plano axial, se utilizó la prueba de Mc Nemar para la variable dicotómica en dos mediciones, y la Mc Nemar Bowker para variables politómicas en dos mediciones.

**RESULTADOS:** De los resultados se observa que existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital, específicamente en C4 – C5 ( $p=0.031$ ) y C6 – C7 ( $p=0.016$ ). Asimismo, hay diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital/oblicuo para el grado de lesión leve en la localización C4 – C5 ( $p=0.029$ ), para el grado de lesión moderada en la localización C5 – C6 ( $p=0.004$ ) y para el grado de lesión moderada en la localización C6 – C7 ( $p=0.034$ ). Por último, se encuentra que hay diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo, específicamente de hipertrofia de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), hipertrofia uncovertebral( $p=0.001$ ).

**CONCLUSIÓN:** existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical, en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical y en los

hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

**PALABRAS CLAVES:** plano sagital oblicuo, plano axial, estenosis foraminal cervical, resonancia magnética.

.

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** to compare the imaging results of the oblique sagittal plane as a complement to the axial plane in the study of cervical foraminal stenosis by magnetic resonance at the TEM MEDICAL SERVICE S.A.C. clinic, 2019-2020

**METHODOLOGY:** study with a quantitative, observational, retrospective, cross-sectional, descriptive level and comparative design. The sample consisted of 52 reports of patients evaluated by magnetic resonance imaging with a diagnosis of cervical Foraminal stenosis at the TEM Medical Service S.A.C. during august2019- august 2020. For the analysis of the study, a descriptive analysis was carried out through measures of central tendency, of dispersion. Qualitative variables were presented through absolute and relative frequency distribution. Inferential statistics were used to compare the results of the oblique sagittal planes and the axial plane, the Mc Nemar test was used for the dichotomous variable in two measurements, and the Mc Nemar Bowker for polytomous variables in two measurements

**RESULTS:** From the results, it is observed that there is a significant difference in the location of the cervical foraminal stenosis according to the axial plane and the oblique sagittal plane, specifically in C4 - C5 ( $p = 0.031$ ) and C6 - C7 ( $p = 0.016$ ). Likewise, there is a significant difference in the degree of injury of cervical foraminal stenosis according to the axial plane and the sagittal / oblique plane for the degree of mild injury in the C4 - C5 location ( $p = 0.029$ ), for the degree of moderate injury in the location C5 - C6 ( $p = 0.004$ ) and for the degree of moderate lesion in the C6 - C7 location ( $p = 0.034$ ). Finally, it is found that there is a significant difference in the radiological findings in cervical foraminal stenosis according to the axial plane and oblique sagittal plane, specifically of hypertrophy of the interfacetary joint ( $p = 0.012$ ) and uncovertebral hypertrophy ( $p = 0.001$ ).

**CONCLUSIONS:** there is a significant difference in the location of the cervical foraminal stenosis, in the degree of injury of the cervical foraminal stenosis and in the radiological

findings in cervical foraminal stenosis according to the axial plane and oblique sagittal plane.

**KEYWORDS:** oblique sagittal plane, axial plane, cervical foraminal stenosis, magnetic resonance imaging.



**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

- **Determinación del problema**

El dolor de cuello en Europa y Asia según estudios epidemiológicos se presenta entre un 15% y 50%; sin embargo, hay revisiones que indican una tasa promedio de 37.2%, siendo de mayor frecuencia en las personas de sexo femenino, con un pico en la edad media de la vida <sup>1</sup>. Entre los síndromes de cervicalgia; destaca principalmente, la radiculopatía cervical que abarca dolor en la región cervical y/o extremidades superiores, debiéndose a la compresión de cada raíz nerviosa en el orificio de conjunción <sup>2</sup>, en Estados Unidos afecta a más de 67 % de la población adulta y se registra una relación directa entre la intensidad del dolor y la incapacidad para desarrollar una vida normal, el 51% de los adultos ha experimentado cervicobraquialgia en algún momento de su vida<sup>3</sup>.

Respecto a la estenosis foraminal cervical, problema que se analiza en la investigación, es definida como el estrechamiento del agujero neural, el cual es causado por osteofitos degenerativos, hipertrofia facetaria o discos herniados de forma lateral; y con un estrechamiento progresivo de los agujeros intervertebrales que puede provocar pinzamiento de la raíz nerviosa, inflamación o ambos, causando radiculopatía cervical<sup>4</sup>. La enfermedad cervical más común en pacientes menores de 40 años es la hernia discal (10%) y en mayores de 40 años son las enfermedades degenerativas en un 60%<sup>3</sup>. La resonancia magnética es actualmente el método de imagen más utilizado para la evaluación precisa de la columna cervical, esta técnica puede mostrar la anatomía de la columna cervical; incluida la estructura ósea, la médula espinal y el tejido blando, pero evaluar la estenosis foraminal cervical con la resonancia magnética es un proceso exigente debido al pequeño tamaño; y la evaluación de los segmentos no ofrecen una vista clara del agujero de conjunción<sup>4</sup>. Una de las limitaciones para caracterizar la estenosis del agujero neural cervical es que este se encuentra orientado en un ángulo oblicuo de 45°, y las imágenes sagitales de rutina no ofrecen vistas claras para la evaluación de este ángulo. Para el año 2011

se desarrolló un nuevo sistema de clasificación por resonancia magnética para la evaluación de la estenosis foraminal neural cervical; sin embargo, su sistema de clasificación tiene algunas limitaciones, ya que se basa en imágenes axiales ponderadas en T2, que no pueden manifestar de manera correcta la asociación anatómica entre la raíz nerviosa y el agujero neural, basándose en medidas cuantitativas del diámetro del agujero y la raíz nerviosa, mediciones complejas y demandan tiempo<sup>5</sup>.

En el Centro Médico TEM Medical Service S.AC; las tasas de prevalencia de dolor de cuello son comunes, presentándose principalmente en mujeres, siendo la causa principal la estenosis foraminal a nivel cervical; ante esto, la resonancia magnética es un método que se utiliza de forma rutinaria para el diagnóstico certero; sin embargo, la proyección que se utiliza de forma rutinaria es la evaluación del plano axial son menos prácticos para el análisis de las lesiones foraminales. Por ello, a esta proyección se busca complementar con otra, la cual es conocida como la proyección sagital oblicua; y, según diversos estudios, son más visibles a este tipo de proyección, cabe mencionar que las imágenes sagitales oblicuas proporcionan mucha más información sobre el agujero; ya que, están orientadas perpendicularmente al curso del agujero neural cervical, y proporcionan una evaluación confiable y buena reproducibilidad<sup>5</sup>. Pese a ello; la aplicación de esta proyección alternativa no es muy utilizada dado la falta de experticia de algunos profesionales o simplemente no se encuentra protocolizado, pese a ser de gran utilidad, esta es la razón por la cual se realiza la presente investigación, con el propósito de proponer la proyección oblicua como complemento de la proyección axial para el diagnóstico de la estenosis foraminal cervical.

- **Formulación del problema**

Se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la diferencia en los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C. en el año 2019-2020?

## **1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La estenosis foraminal cervical es enfermedad común que requiere tratamiento quirúrgico a nivel de la columna cervical; por ello, una evaluación oportuna es lo que se necesita para lograr para un manejo adecuado<sup>4</sup>, ante esto, la resonancia magnética es la técnica clave para la valuación de esta patología<sup>4</sup>; sin embargo, durante este proceso de valoración la proyección más utilizada es la axial.

Se realizó la presente investigación con la finalidad de mostrar una proyección opcional, diferente a la axial, el cual es la sagital oblicua, el cual debe convertirse en un complemento eficaz para el diagnóstico de este problema; este estudio servirá como antecedente e incrementará las bases científicas tanto a nivel nacional como local e institucional; asimismo, el estudio permitirá el acceso de los profesionales de salud, principalmente tecnólogos médicos a la lectura de investigaciones que aporten al incremento de los conocimientos científicos, impulsando a la par a la realización de otros estudios que aumenten la evidencia científica.

Con los resultados que se puedan obtener de la investigación, se podrá obtener información objetiva y suficiente sobre la utilidad de esta proyección, ya que en otras investigaciones se ha demostrado la beneficencia de la proyección sagital oblicua, dado que proporciona información sobre el curso del agujero neural cervical.

Además, será de gran utilidad dado que servirá de base para protocolizar el uso de esta proyección, no solo a nivel institucional, sino extrapolar los resultados y su uso a otras instituciones.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Comparar los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019-2020.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características sociodemográficas de los pacientes evaluados.
- Comparar la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital.
- Comparar el grado de lesión de la estenosis foraminal de cada nivel cervical según plano axial y plano oblicuo sagital.
- Comparar los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo.

## 1.4 BASES TEÓRICAS

### 1.4.1 ANTECEDENTES

Seguidamente, se especificarán algunas investigaciones que se relacionan con lo mencionado:

Kintzelé L et al. (2018) realizaron un estudio de investigación titulado “Las imágenes oblicuas sagitales evitan la subestimación del grado de estenosis neuroforaminal causada por hernia discal en la resonancia magnética de la columna cervical”. Heidelberg, Alemania. Con el objetivo de identificar si las imágenes de RM sagital estándar subestimaron la gravedad de la estenosis neuro-foraminal en pacientes con hernias discales de la columna cervical en comparación con las imágenes sagitales oblicuas. Se tomo una muestra de 74 pacientes con un total de 104 hernias laterales de disco cervical. El método de estudio para el grado de estenosis neuro-foraminal en sagitales oblicuas y sagitales estándar fue evaluado por dos radiólogos experimentados. Las imágenes oblicuas-sagitales se inclinaron 30° al plano estándar. La clasificación se dividió en 4 grados, de 0 (sin estenosis) a 3 (estenosis de alto grado). Se obtuvo como resultado que el grado promedio de estenosis neuro-foraminal de ambos lectores fue significativamente más bajos en las imágenes sagitales estándar en comparación con las sagitales oblicuas ( $p < 0.001$ ). En el 47.1% de los casos, uno de los dos radiólogos detectó una estenosis foraminal que fue al menos 1 grado más baja que en el grupo oblicuo-sagital. También hubo una diferencia significativa para los subgrupos de pacientes con síntomas neurológicos ( $p = 0.002$ ) y aquellos que posteriormente se sometieron a descompresión quirúrgica ( $p = 0.004$ ). Tanto el valor de kappa como el grado de acuerdo entre los dos radiólogos fueron mayores para las imágenes oblicuas-sagitales (0,94 frente a 0,88 y 99% frente a 93%) en conclusión las proyecciones sagitales estándar tienden a subestimar el grado de estenosis neuro-foraminal en el diagnóstico de hernias de disco en la resonancia magnética de la columna cervical en comparación con las imágenes oblicuas-sagitales<sup>6</sup>.

Freund W et al. (2018) realizaron un estudio titulado “La orientación oblicua coronal del agujero neural mejora la resonancia magnética de la columna cervical: una comparación de la sensibilidad de diferentes angulaciones” Baden-Württemberg, Alemania. El objetivo fue demostrar que las imágenes de los planos oblicuos coronal en una resonancia magnética de la columna cervical deberían mejorar la visualización de la patología del agujero neural. Se utilizó una muestra multicéntrica de 40 pacientes con monorradiculopatía y 10 controles sanos. El método de estudio fue de cortes sagitales ponderados en T2, oblicuos coronales y axiales fueron examinados individual y separadamente por cuatro lectores cegados al diagnóstico. La evaluación estadística se comparó con el estándar de oro clínico del diagnóstico neurológico de una lesión o irritación de la raíz nerviosa. Los resultados fueron la sensibilidad / especificidad requerida para detectar la patología del agujero neural relevante fue de 0.47 / 0.60 para axial, 0.57 / 0.90 para sagital y 0.55 / 0.70 para escaneos oblicuos coronal. Los lectores se sintieron significativamente más seguros al atribuir la causa de la patología usando planos oblicuos coronal. La confiabilidad entre lectores fue de moderada a sustancial, con los valores más altos para los planos sagitales (0.39-0.76) y valores más bajos para los planos oblicuos transversal y coronal (0.15-0.63). La confiabilidad intra-lector fue sustancial, con valores entre 0.53 y 0.88. Leer los planos axiales fue significativamente más lento que leer los otros planos. En conclusión, el uso de planos oblicuos coronales en las resonancias magnéticas de la columna cervical aumenta la sensibilidad y la confianza para atribuir la causa de la obstrucción del agujero neural. Son fáciles de interpretar y exigen menos tiempo de lectura que los planos axiales, por lo que se recomienda la inclusión de planos oblicuos coronales en el estudio de la RM de la columna cervical, al menos cuando se sospecha una patología del agujero neural<sup>7</sup>.

Hwan J et al. (2018) publicaron un estudio titulado “Idoneidad de la resonancia magnética oblicua cervical para la planificación quirúrgica”. Suwon, Corea del Sur. con el objetivo de calcular el poder de diagnóstico, incluido el valor predictivo positivo (VPP), de la resonancia magnética oblicua cervical (IRM), e identificar los

casos en los que su uso condujo a planes quirúrgicos alterados. Fue un trabajo correlacional que incluyó a 289 pacientes sometidos a discectomía cervical anterior de 1 o 2 niveles y fusión. En los resultados se evidenció que los dos grupos no fueron significativamente diferentes en edad, sexo, tiempo de operación, escala análoga visual preoperatoria y postoperatoria. Asimismo, el VPP de la Resonancia Magnética oblicua cervical fue del 86,76%, mientras que el VPP de la Resonancia Magnética convencional fue del 72,35%. Cada VPP calculado fue mayor con la resonancia magnética oblicua cervical. Además, había 11 pacientes (8,09%) que experimentaron un cambio en el plan quirúrgico debido a la resonancia magnética oblicua cervical. Los anchos medidos del agujero eran 3,69 mm en imágenes axiales y 3,31 mm en imágenes oblicuas. Concluyen que la resonancia magnética oblicua cervical puede permitir un plan quirúrgico más preciso y facilitar la selección del paciente para la cirugía<sup>8</sup>.

Kim et al. (2015) efectuaron una investigación denominada “Un nuevo sistema de clasificación por resonancia magnética para la estenosis foraminal cervical basado en imágenes axiales potenciadas en T2”, cuyo objetivo fue evaluar la confiabilidad de un nuevo sistema de clasificación por resonancia magnética (MRI) para la estenosis del agujero cervical neural (NFS). Fue un estudio correlacional, donde la estenosis del agujero cervical neural (NFS) en C4/5 bilateral, C5/6 y C6/7 se clasificó en los siguientes tres grados según las imágenes axiales ponderadas en T2: Grado 0 = ausencia de NFS; Grado 1 = el ancho más estrecho del agujero neural igual o menor que (pero más del 50% de) el grosor de la raíz nerviosa extraforaminal (EFNR); Grado 2 = ancho del agujero neural igual o inferior al 50% del ancho del EFNR. Se incluyó a 7 radiólogos para que revisaran las imágenes de 96 pacientes mayores de 60 años. Los resultados mostraron que, para la distinción entre los tres grados individuales en los seis agujeros neurales, el coeficiente de correlación intraclase osciló entre 0,68 y 0,73, lo que indica una reproducibilidad regular a buena. El porcentaje de acuerdo varió de 60.2% a 70.6%, y los valores de kappa ( $\kappa = 0.50-0.58$ ) indicaron un acuerdo de regular a moderado. Los porcentajes de



concordancia intraobservador oscilaron entre 85.4% y 93.8% ( $\kappa = 0.80-0.92$ ), lo que indica una concordancia casi perfecta. Concluyen que el nuevo sistema de clasificación de MRI muestra suficiente concordancia interobservador e intraobservador para evaluar de manera confiable la NFS cervical<sup>4</sup>.

Park M et al. (2015) realizaron un estudio de investigación titulado “Diagnostic value of oblique magnetic resonance images for evaluating cervical foraminal stenosis” Seoul, Republica de Korea, el objetivo fue determinar el valor de las vistas de resonancia magnética oblicua en comparación con las vistas axial y sagital para evaluar la estenosis foraminal de la columna cervical utilizando las variabilidades intra e interobservadores, para ello se tomó una muestra de 26 pacientes cuya edad media de los pacientes fue de 60,8 años. El diseño fue retrospectivo y el método que se utilizó fue la evaluación de RM de la columna cervical de pacientes con diversos grados de estenosis foraminal. Las imágenes oblicuas se obtuvieron reformateando los escaneos perpendiculares al eje largo de los agujeros neurales derecho e izquierdo, respectivamente. Los resultados fueron las vistas oblicuas o axiales que tenían tasas de confianza significativamente mayores para determinar la presencia de estenosis foraminal que las vistas sagitales (92.3%, 88.1% vs. 58.0%, respectivamente,  $p=0.000$ ). La vista oblicua tenía una concordancia intraobservador significativamente mejor que las imágenes sagitales y axiales. Tanto la vista axial como la oblicua tuvieron una concordancia interobservador significativamente mejor que las imágenes sagitales. En conclusión, las imágenes oblicuas de MRI de la columna cervical reducen significativamente el grado de variabilidad intra e interobservador y aumentan la confianza del observador en la evaluación de la estenosis foraminal<sup>9</sup>.

Park H et al. (2013) realizaron un estudio titulado “Un práctico sistema de clasificación de resonancia magnética para la estenosis del foraminal cervical basado en imágenes sagitales oblicuas” Seúl, República de Corea. El objetivo de proponer un nuevo y práctico método de clasificación por resonancia magnética para la estenosis del agujero neural cervical y evaluar su reproducibilidad. El estudio se

realizó en 50 pacientes (37 hombres y 13 mujeres, con una edad media de 49 años) sometidos a una RM sagital oblicua de la columna cervical. Un total de 300 agujeros y las raíces nerviosas correspondientes en 50 pacientes se analizaron cualitativamente de C4-5 a C6-7. En este estudio se evaluó el grado de estenosis foraminal cervical en el punto de máxima estrechez de acuerdo con el nuevo sistema de clasificación basado en  $T_2$  ponderada de las imágenes sagitales oblicuos. La incidencia de cada uno de los grados de estenosis foraminales neural según el nivel cervical se analizó mediante *chi2* pruebas. Entre los resultados se encontraron estenosis significativas (Grados 2 y 3) en el nivel C4-5. La incidencia de Grado 3 en el nivel C5-6 fue mayor que en otros niveles, asimismo se observó una diferencia que fue estadísticamente significativa. El acuerdo general intra-observador según el nivel cervical fue casi perfecto. El acuerdo en cada nivel fue casi perfecto, excepto por solo un acuerdo sustancial a la derecha C6-7 por el Lector 2. No se observaron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con el nivel cervical. Los valores generales de kappa del acuerdo interobservador según el nivel cervical fueron casi perfectos. Además, el acuerdo de cada nivel fue casi perfecto. El acuerdo general intra e interobservador para la presencia de estenosis foraminal (Grado 0 vs Grados 1, 2 y 3) y para estenosis significativa (Grados 0 y 1 vs Grados 2 y 3) mostraron resultados similares y fueron casi perfectos. Sin embargo, solo se vio un acuerdo sustancial en la derecha C6-7. Al final se concluye que el plano sagital oblicua proporciona una evaluación confiable y buena reproducibilidad<sup>5</sup>.

Hyun J et al. (2009) realizaron un estudio de investigación titulado “Una comparación de la resonancia magnética sagital angulada y la resonancia magnética convencional en el diagnóstico de hernia de disco y estenosis en el agujero cervical” Seul, República de Corea, con el objetivo de demostrar que la resonancia magnética sagital en ángulo (MRI) permite el diagnóstico preciso de hernia de disco y estenosis en el agujero cervical, respecto a la MRI convencional. Se realizó una revisión de 43 pacientes, que se sometieron a discectomía cervical anterior y fusión intercorporal, se presenta con una hernia de disco y / o estenosis en el agujero

cervical. Todos se habían sometido a resonancia magnética convencional y resonancia magnética sagital en ángulo. Se exploraron quirúrgicamente cincuenta niveles en busca de evidencia de hernia de disco foraminal y estenosis. Los resultados de cada prueba se correlacionaron con lo que se encontró en cada nivel quirúrgico explorado. Se comparó la sensibilidad, la especificidad y la precisión de ambos exámenes para hacer el diagnóstico de hernia de disco foraminal y estenosis. Durante el diagnóstico de hernia de disco foraminal, la sensibilidad, la especificidad y la precisión de la resonancia magnética sagital angulada fueron 96.7, 95.0 y 96.0%, respectivamente, en comparación con 56.7, 85.0 y 68.0% para la resonancia magnética convencional. Al realizar el diagnóstico de estenosis foraminal, la sensibilidad, la especificidad y la precisión de la resonancia magnética sagital angulada fueron 96.3, 95.7 y 96.0%, respectivamente, en comparación con 40.7, 91.3 y 66.0% para la resonancia magnética convencional. Asimismo, se encontró diferencias entre las pruebas para hacer el diagnóstico de hernia de disco foraminal y de estenosis, siendo estadísticamente significativa en cuanto a sensibilidad y precisión. La resonancia magnética sagital angulada fue una prueba más precisa en comparación con la resonancia magnética convencional para hacer el diagnóstico de hernia de disco y estenosis en el agujero cervical<sup>10</sup>.

Goodman B et al. (2006) realizan un estudio titulado “Imágenes de resonancia magnética en un ángulo de 45 grados a través de los agujeros neurales cervicales: una técnica para mejorar la visualización” Misuri, Estados Unidos. El estudio de resonancia magnética tradicional de los agujeros neurales cervicales (NF) generalmente se utilizan las vistas sagitales y axiales para delinear la patología. Estas vistas pueden no solo delinear completamente la patología de la NF. Las imágenes y la visualización mejoradas de esta área beneficiarían a todos los intervencionistas. El intervencionista espinal, en particular, utiliza de manera rutinaria una vista de cara fluoroscópica de 45° para la colocación de agujas para una epidural transforaminal cervical. El intervencionista se basa en vistas de resonancia magnética axial para identificar la patología NF que puede ser

conceptualmente más difícil de analizar. Las vistas oblicuas rutinarias de 45° a través del NF, junto con las vistas axiales tradicionales para la correlación, demuestran más claramente la patología del NF. En el estudio se presentan dos casos en los que las vistas oblicuas de 45° demuestran más claramente la patología de los agujeros neurales. Estos casos clínicos demuestran la utilidad clínica de la técnica oblicua de 45° de RM cervical y muestran una patología cervical NF que no se identifica tan fácilmente en las secuencias axiales y sagitales de rutina<sup>11</sup>.

## **1.4.2 BASE TEÓRICA**

### **1.4.2.1 ESTENOSIS FORAMINAL CERVICAL**

#### **ANATOMIA DE LA COLUMNA CERVICAL**

La columna cervical está conformado por siete cuerpos vertebrales y ocho pares de nervios cervicales<sup>12</sup>.

Las vértebras cervicales se caracterizan porque su cuerpo vertebral es más grande antero-posteriormente de derecha a izquierda, la cara superior es cóncava y la inferior convexa, el foramen vertebral por donde discurre la medula espinal es de forma triangular y grande, a los lados de la estructura vertebral se encuentran las apófisis transversas por los cuales recorren las arterias vertebrales con excepción de la C7; en cuanto a las apófisis articulares superiores, poseen direccionalidad supero-posterior y las articulares inferiores una direccionalidad infero-anterior. Mientras que las apófisis espinosas desde C3 a C5 son bífidas y cortas, la de C6 es larga y la C7 es mucho más larga y palpable<sup>13</sup>.

#### **Cuerpo vertebral**

La primera vértebra cervical es el atlas, no tiene un cuerpo vertebral, consiste en un anillo, el arco anterior de este anillo se extiende y une las masas laterales, sobre las cuales se encuentran las facetas superiores que se articulan con los cóndilos occipitales; el arco posterior del atlas es mucho más largo y delgado y forma la unión posterior de las masas laterales, y las facetas articulares inferiores se articulan con C2. La segunda vértebra cervical, el eje, lleva el proceso odontoideo el cual se

“articula” con la cara posterior del anillo anterior del atlas y permanece cerca de él en todas las posiciones incluida la flexión gracias al ligamento transverso. El complejo atlantoaxial se puede visualizar bien en películas simples en vistas de boca abierta y lateral. Las vértebras C3 a C7 tienen una forma cuadrangular con un diámetro sagital más corto que el coronal. Tienen una cresta en su aspecto posterolateral superior: el proceso uncinado. Estas crestas agregan estabilidad lateral a la columna cervical móvil y protegen las raíces nerviosas de las hernias de los discos laterales<sup>14</sup>.

#### Discos intervertebrales

Los discos intervertebrales son grandes estructuras fibrocartilaginosas que conectan los cuerpos vertebrales y permiten una movilidad significativa; asimismo son excelentes amortiguadores de carga entre vertebras, su nutrición se proporciona por los vasos sanguíneos de la placa terminal ya que no posee irrigación propia, consta de dos partes: el núcleo pulposo y el anillo fibroso.

El núcleo pulposo tiene células con colágeno tipo II y proteoglicanos con una capacidad de 90% retención de agua, el anillo fibroso rodea al núcleo como un conjunto de anillos entrecruzados de múltiples capas de colágeno denso con baja capacidad de retención de agua y se unen al cuerpo vertebral.

#### Ligamentos

Los ligamentos contribuyen a la estabilidad de la columna vertebral. El ligamento longitudinal anterior, parte de la primera cervical y finaliza en el sacro y el ligamento longitudinal posterior, inicia en el eje del odontoides y termina en el sacro, adhiriéndose posteriormente a la pared posterior del cuerpo vertebral, así como los discos. Los ligamentos flava están ubicados justo antes de las láminas y están unidos a ellos, la degeneración de la columna vertebral expone al ligamento al estrés y condiciona que se hipertrofie y engrosen. Los ligamentos interespinosos se encuentran entre los procesos espinosos y están unidos a ellos, mientras que los ligamentos supraespinosos se unen a la punta de los procesos espinosos y se extienden desde C7 hasta el sacro. Los ligamentos no son visibles en las películas simples<sup>14</sup>.

### Músculos

La estabilidad de la columna se ve reforzada por los músculos, estos se unen a la columna en su proceso transversal y espinoso. Los músculos que cruzan varios cuerpos vertebrales tienen una mecánica mucho mayor, sufren una degeneración con infiltración de grasa y atrofia y esto se observa mayormente en personas con un estilo de vida sedentario<sup>14</sup>.

### Raíces nerviosas

La raíz nerviosa contiene ramas motoras y sensoriales formadas por las raíces que salen de la parte ventral y dorsal de la medula espinal, permaneciendo separadas hasta que se fusionan en el ganglio espinal. La rama sensorial por la parte superior y la rama motora por la parte inferior están rodeadas de vaina dural que es una continuación de la duramadre; afuera del agujero intervertebral, la raíz se bifurca en dos ramas, una dorsal y otra ventral, esta última unida a la cadena simpática cervical. Hay ocho nervios cervicales, los primeros siete nervios cervicales salen por encima de sus respectivas vértebras y el octavo nervio cervical egresa de la séptima vértebra cervical y la primera vértebra dorsal<sup>15</sup>.

### Irrigación

La irrigación arterial de la columna cervical es responsabilidad de las arterias cervicales ascendentes y vertebrales; mientras que, la irrigación venosa es responsabilidad de las venas espinales que conforman los plexos vertebrales externos e internos<sup>13</sup>.

## **FORAMEN NEURAL CERVICAL**

Estenosis foraminal cervical o estenosis del agujero neural cervical se define por el estrechamiento del agujero neural pudiendo ser ocasionado por osteofitos degenerativos, hipertrofia facetaria o discos herniados lateralmente. El estrechamiento progresivo de los agujeros intervertebrales es una de las enfermedades más comunes que requieren tratamiento quirúrgico en la columna cervical<sup>4</sup>.

Los nervios van desde todas las partes del cuerpo hasta el canal espinal, las células nerviosas son parte del sistema nervioso y transportan mensajes al cerebro desde todo el cuerpo. Las raíces nerviosas pasan a través de huecos en las vértebras, llamadas foramen, y continúan por la médula espinal hasta el cerebro. Si un nervio espinal se comprime, se envía una señal de dolor al cerebro.

Cada nervio o neurona tiene un cuerpo celular y varias extensiones, llamadas dendritas y un axón. Las dendritas reciben señales, que viajan a lo largo del axón, que pueden tener hasta un metro de largo. Todas las señales llegan al cerebro a través de la red de neuronas espinales<sup>16</sup>.

#### Anatomía del foramen neural

Los forámenes son ovalados. Presentan un diámetro sagital y anteroposterior promedio de 10 mm y 5 mm respectivamente. El diámetro del foramen se amplía o reduce en función a la posición que adopte la columna cervical: la flexión y la rotación contralateral aumenta su diámetro, mientras que la extensión y la rotación homolateral disminuyen el diámetro; el foramen se continua por el canal formado en la unión del tubérculo anterior y posterior de la apófisis transversa<sup>17</sup>.

La altura normal del agujero es de  $11.08 \pm 1.88$  mm, de ancho posee  $5.69 \pm 1.91$  mm y el área del agujero es de  $5.61 \pm 1.83$  mm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que el área foraminal más grande está a nivel C2-C3 y la más pequeña en C7-T1. La altura y el ancho del agujero aumentan desde los agujeros intervertebrales superiores a los inferiores, excepto en C2-C3. Generalmente, las mujeres muestran valores más grandes para el ancho del agujero intervertebral que los hombres. Asimismo, los agujeros intervertebrales son más grandes en personas sanas que en personas sintomáticas<sup>18</sup>. El foramen intervertebral se encuentra entre pedículos adyacentes, se continua a través del proceso transversal bífido y está orientado antero-lateralmente a 45° y antero-caudalmente a 15°. Los límites son: por el borde anterior está el proceso uncinado y el cuerpo vertebral, y por el borde posterior está la faceta articular<sup>17</sup>. Por lo tanto, las vistas oblicuas y axiales tiene mayores tasas de confianza que las vistas sagitales, para evaluar la presencia de estenosis foraminal o de hernia discal<sup>18</sup>.

Se divide en tres regiones anatómicas: un área medial, que se encuentra dentro del orificio medial del agujero intervertebral, un área intermedia que constituye el agujero intervertebral y un área lateral donde el nervio espinal descansa en el surco del proceso transversal. Estas tres áreas crean un canal de 20mm de longitud<sup>18</sup>. Esta zona de estrechamiento anatómico es el responsable de la radiculopatía cervical, es decir, el compromiso radicular se suele producir en el foramen, los recesos laterales son amplios mientras que el canal lateral, sobre todo en los segmentos cervicales inferiores, está ocupado por el grueso ganglio de la raíz posterior<sup>17</sup>.

Otros investigadores dividen el agujero intervertebral en dos zonas anatómicas: la zona de entrada, mitad interna del agujero intervertebral y la zona de salida, mitad lateral del agujero intervertebral<sup>18</sup>.

#### Elementos del foramen neural

El complejo radicular ocupa del 20 al 50% de la superficie del foramen, alojándose en la porción inferior, además contiene grasa, plexos venosos en continuidad con el espacio epidural y el nervio meníngeo recurrente, las raíces inferiores son más gruesas del plexo braquial y el foramen es más estrecho, por ello se dispone una alta prevalencia de radiculopatía en esos niveles.

El nervio espinal se bifurca en ramo primario anterior y posterior, los ramos anteriores C4 a T1 conforman el plexo braquial, un tercer nervio es el nervio sinuvertebral o meníngeo recurrente que se origina en el ramo anterior del nervio raquídeo solo emerge del foramen y configura un plexo posterior, recibe fibras del sistema simpático vía comunicante gris y vuelve a entrar al foramen inervando estructuras como el ligamento longitudinal posterior, el anillo fibroso, vasos epidurales, la cara anterior del saco dural, la vaina dural y el periostio vertebral<sup>17</sup>.

La vaina dural rodea la raíz nerviosa desde el punto donde deja la medula espinal hasta el borde lateral del agujero intervertebral, es sensible y móvil, y está inervada por el nervio sinuvertebral. El dolor que se produce es segmentario y se siente en el dermatoma correspondiente. La irritación del parénquima produce parestesia y se siente en el mismo dermatoma. Una mayor irritación y destrucción conducen a un



déficit motor y/o sensorial, la raíz c1 emerge entre el occipucio y el atlas, la raíz nerviosa c8 entre la séptima y primera vertebra torácica<sup>15</sup>.

Ligamentos del foramen intervertebral: el ligamento flavum termina antes del borde medial del agujero de 1 a 2 mm. Existen estructuras ligamentosas entre los nervios cervicales extraforaminales y las estructuras cercanas, entre ellos tenemos a los ligamentos radiantes y ligamentos transforaminales. Los ligamentos extraforaminales ventral y dorsal también consisten en una parte superior e inferior. El lado posterior de los ligamentos transforaminales es fuertemente adherente a la vaina del nervio espinal. El ligamento longitudinal posterior y el tejido fibro-ligamentoso perivascular, el proceso uncinado y sus ligamentos de cobertura son barreras que evitan el daño de la raíz nerviosa y la arteria vertebral. El ligamento longitudinal posterior se encuentra en la parte posterior de los cuerpos vertebrales y tiene dos capas conectadas libremente llamadas capa anterior y capa posterior, es reconocido por los cirujanos para proteger las estructuras neurales y vasculares.

Sistema arterial vertebral: las arterias radículo-medulares se dividen en una anterior y posterior, estas se extienden a lo largo de las raíces acompañantes, una de cada diez arterias llega a la medula espinal, cinco arterias radicales (C5, C6, dos en C7, C8) ingresan a los agujeros sea anterior o posterior para irrigar las arterias espinales anterior y posterior. La arteria cervical ascendente irriga la cara posteroinferior de la abertura foraminal de C3-C4 O C4-C5<sup>18</sup>.

### **ETIOLOGÍA DE LA ESTENOSIS FORAMINAL CERVICAL**

La estenosis foraminal se debe a cambios anatómicos adquiridos o congénitos. La estenosis congénita es poco común y se encuentra en la acondroplasia, etc. La estenosis adquirida es accesoria a las variaciones degenerativas de la columna vertebral y se debe al deterioro anatómico gradual con el proceso del envejecimiento que aumenta después de los 60 años, como la hipertrofia de la articulación facetaria, ligamentos y huesos, trastornos de los discos y formación de osteofitos.

También existen factores de riesgo que aceleran este proceso como el aumento de peso, estrés en la región de la columna, traumatismo y uso excesivo de tabaco y alcohol<sup>19</sup>.

La estenosis degenerativa del foramen se produce gradualmente, al igual que los síntomas. Generalmente en la parte central del foramen, a la altura de la apófisis unciforme y de las articulaciones facetarias. El foramen adquiere forma de un ocho, donde frecuentemente las raíces son empujadas hacia la región superior del foramen. Los principales motivos de su aparición son:

- Espondilosis cervical: Es un proceso degenerativo que afecta a todos los sistemas articulares de la columna, además se acompaña de cambios en el disco, osteofitos en los somas vertebrales e hipertrofia de las facetas y las láminas.
- Discopatía degenerativa: Proceso degenerativo del disco intervertebral que sufre una pérdida de volumen de agua de 88% en el adulto joven y 69% a los 80 años. Esto es más marcado en el núcleo pulposo y su reducción conlleva a la fisura del anillo fibroso, además, con el tiempo se produce la disminución de la altura y el abombamiento del anillo fibroso implicando la formación de una hernia discal que tiende a reducir la luz del foramen.
- Hipertrofia degenerativa de la articulación facetaria: La degeneración del disco determina el crecimiento de osteofitos en los márgenes del mismo y la pérdida de altura hace que se modifique la relación de las facetas articulares, lo cual contribuye a la disminución del diámetro foraminal.
- Uncartrosis: Con la disminución de la altura del disco, las articulaciones uncovertebrales soportan cargas más altas y también sufre cambios degenerativos, lo cual conduce a la formación de osteofitos de la apófisis unciforme hacia el canal lateral que puede comprimir los nervios espinales o la arteria vertebral, además de los ganglios que se apoyan lateralmente a las articulaciones uncovertebrales.
- Hipertrofia degenerativa conjunta de la articulación facetaria y unciforme<sup>17</sup>.

## **FISIOPATOLOGÍA**

Los cambios degenerativos del disco causan compresión y abultamiento de los discos que resultan en un estrechamiento foraminal, lo cual hace que disminuya la altura del disco y ocasione una subluxación anteroposterior del proceso articular superior. A medida que aumenta la subluxación, la biomecánica de la columna se altera y provoca la formación de osteofitos e hipertrofia del ligamento flavum; este cambio en la biomecánica ocasiona que se forme una carga de peso anormal sobre la unidad funcional de la columna, en el disco, la articulación y los tejidos de soporte que incrementan el estrés y provocan inestabilidad espinal, implicando cambios adicionales como desgarros anulares y hernias discales, hipertrofia de facetas y formación de espolones óseos, que estrechan aún más el espacio foraminal<sup>19</sup>.

La estenosis foraminal puede ser: anteroposterior (transversal) que resulta del proceso articular superior y el cuerpo vertebral, craneocaudal (vertical) es de osteofitos de la placa posterolateral y disco lateralmente abultado herniado que comprime la raíz nerviosa contra el pedículo superior o circunferencial.

La mayoría de las personas de edad avanzada tiene algún grado de estenosis foraminal, pero solo un pequeño porcentaje desarrolla síntomas es por ello que no existe alguna relación entre la gravedad de la estenosis y los síntomas clínicos. Mayormente se produce una inflamación neural dentro del compartimento del agujero que no es proporcional al grado de estenosis.

Las raíces nerviosas se fijan al periostio del pedículo y en la cara lateral del agujero a los pedículos superior e inferior mediante uniones fibrosas que salen del cuello de la vaina de la raíz a medida que sale del saco dural. Están expuestas a la irritación química y mecánica por la proximidad del saco y la articulación. La respuesta inflamatoria, producto de la exposición al núcleo pulposo, se acompaña de edema, deposición de fibrina y formación de tejido granular, llevando a una fusión de grasa y fibrosis en los espacios epidural y foraminal. Los ligamentos transforaminales también pueden atrapar el nervio en el agujero debido al endurecimiento, calcificación u osificación y causar una inflamación del nervio<sup>19</sup>.

### **Compresión radicular por estenosis foraminal**

Compresión radicular o de las raíces nerviosas afecta a todos sus componentes como las fibras nerviosas, tejidos conectivos y vasos sanguíneos. Si los tejidos radiculares no se adaptan a la deformación mecánica pueden sufrir cambios funcionales como estructurales, el ganglio de la raíz dorsal no posee la barrera hematoneural, lo cual hace que su permeabilidad de los microvasos sea mayor y está más sensible a los cambios vasculares que los nervios periféricos. Estas características hacen que el ganglio de la raíz dorsal sea más sensible al edema por compresión mecánica y puede ocasionar daño a la fibra nerviosa. Además, puede comprometer los sistemas de transporte axonal anterógrado y retrogrado a una función trófica sobre la neurona y llevarlo a su deterioro.

La radiculopatía por estenosis lateral usualmente aparece de forma progresiva, siendo el dolor moderado. Las personas mayores de 50 años están más propensas a sufrir radiculopatía por estenosis degenerativa del canal foraminal; cuando la compresión se da antes de la división del nervio espinal se manifestará además de una braquialgia también en el territorio que inerva el ramo posterior<sup>17</sup>.

### **SÍNTOMAS**

Para algunas personas, la afección no causa ningún síntoma y no requiere tratamiento. Sin embargo, los casos graves de estenosis foraminal neural pueden causar parálisis.

Si se presentan síntomas, generalmente ocurren en el lado del cuerpo donde se pellizca la raíz nerviosa.

Entre las principales molestias se encuentran:

- Dolor de cuello.
- Entumecimiento o debilidad de la mano, brazo, pie o pierna.
- Dolor punzante que baja por el brazo.
- Debilidad del brazo, la mano o la pierna.
- Inconvenientes para caminar y mantener el equilibrio corporal.

- Los casos graves suelen presentar disfunción de los intestinos y/o de la vejiga (lo que implicaría una incontinencia urinaria) <sup>20, 21</sup>.

#### **1.4.2.2 RESONANCIA MAGNETICA DE LA COLUMNA CERVICAL**

##### **RESONANCIA MAGNÉTICA**

Es una modalidad de imágenes médicas basada en la interacción entre las ondas de radiofrecuencia y los núcleos de hidrogeno bajo un campo magnético fuerte.

Imanes, actualmente se utilizan dos tipos de imanes en la imagen médica, el campo de fuerza se mide en tesla que equivale a 10000 gauss. Imanes superconductivos contienen un cable metálico y se enrolla alrededor de un orificio de cilindro crenado un campo magnético paralelo al eje del cuerpo del paciente en posición supina, estos imanes requieren de helio y nitrógeno líquidos para la refrigeración que mantienen al imán en temperatura fría para eliminar la resistencia a la carga a través del cable y mantener la superconductividad. Imanes permanentes está formado por dos imanes de barra que generan un campo magnético uniforme, estas barras metálicas están compuestas de aleaciones metálicas y hierro, por ello son muy pesados, pero tienen un campo de fuerza limitado a 0.5 tesla o 5000 gauss.

Bobinas, organizan las señales recibidas de varias ubicaciones dentro del cuerpo. Bobina cerebral y las del cuerpo transmiten ondas de radiofrecuencia y reciben señales de él, mientras que otras se limitan a recibir señales después de la estimulación producidas por la bobina del cuerpo. Las bobinas tienen una cobertura limitada pero una alta resolución y la relación señal / ruido incrementada.

Creación de la imagen en RM se da bajo el potente campo magnético, el núcleo del hidrogeno procesa a una frecuencia resonante, la frecuencia de Larmor, esta frecuencia depende el constante giro magnética y la fuerza del campo. Los pulsos de radiofrecuencia sintonizadas a la frecuencia de Larmor se transmiten al cuerpo durante fracciones de milisegundos, estas exposiciones de energía pueden estimular los núcleos de hidrogeno y luego estos núcleos vuelven al estado de menor energía

y se relajan por dos mecanismos, las diferencias en los tiempos de relajación es la clave del contraste en una imagen de resonancia magnética<sup>14</sup>.

### **SECUENCIAS EN RESONANCIA MAGNÉTICA**

- Imágenes de eco de giro (ES)

Imágenes ponderadas en  $t_1$  e utilizan para la discriminación de tejidos, imágenes ponderadas en  $t_2$  son muy sensibles a la presencia de agua creciendo ya la desviación en la susceptibilidad entre los tejidos. Las imágenes ponderadas por densidad de protones muestran el contraste basado en la concentración de portones de hidrogeno móvil disponible y ocasionalmente son útiles para el específico diagnóstico.

Una secuencia de pulsos de eco de giro consiste en un pulso de radiofrecuencia de 90 grados que voltea la magnetización longitudinal del tejido desde el eje z al plano x-y. Esto es seguido por un pulso de 180 grados que refasa los protones que se desfasan debido a las distorsiones del campo magnético, al variar el tiempo entre los pulsos de 90 grados, el tiempo de repetición (TR) y el tiempo de eco (TE), se puede obtener  $t_1$  y  $t_2$ .

Otro factor en el escaneo es la longitud de tiempo antes del pulso de 90 grados que se coloca un pulso de inversión de 180 grados: el tiempo de inversión (TI). Este parámetro puede generar contraste y/o nulo la señal de un tejido específico en la columna vertebral. Las técnicas utilizadas son la supresión de grasa (STIR) se utiliza para suprimir la grasa de la médula ósea y la supresión de líquido (FLAIR).

- Eco de giro rápido (FSE o TSE)

Se utiliza para alcanza una ponderación  $t_2$  más rápida, se produce una densidad protónica y un  $t_2$  casi similares, la principal diferencia entre  $t_2$  FSE y  $t_2$  se es la señal brillante de tejido graso en la imagen rápida similar al ponderado  $T_1$ .<sup>22</sup>

### **PARÁMETROS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA**

Factores extrínsecos: conformado por parámetros utilizables para aumentar la resolución de contraste y así poder diferenciar los diferentes componentes de los tejidos y determinar los contrastes en los lapsos de relajación de  $t_1$  y  $t_2$ . Estos son seleccionados por el profesional de tecnología médica en el equipo que manipula y dependerá de las características del equipo.

- Tiempo de repetición (TR): periodo temporal que transcurre entre un pulso de radiofrecuencia y el siguiente.
- Tiempo de eco (TE): periodo temporal que transcurre entre pulso de radiofrecuencia y la lectura del eco.
- Angulo de inclinación (flip angle): ángulo usado para señalar el vector de magnetización longitudinal.
- Tiempo de inversión (TI): periodo temporal que divide un pulso inicial de 180° del pulso de 90°.
- Cantidad de adquisiciones.
- FOV: tamaño del campo a estudiar.
- Tiempo de adquisición.
- Grosor de corte<sup>23</sup>.

Factores intrínsecos: conformado por parámetros independientes inaccesibles a influencia pues pende del tegumento a explorar, entre ellos tenemos:

- Densidad protónica (DP): cantidad de protones existentes en el volumen de tegumento a estudiar.
- Tiempo de relajación t1: periodo que demoran los protones en liberar el excedente de energía.
- Tiempo de relajación t2. periodo que demoran los protones en desfasarse<sup>23</sup>.

## **CARACTERÍSTICAS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN COLUMNA VERTEBRAL CERVICAL**

La RM de la columna cervical es un examen confiable y que no ocasiona dolor alguno, requiere el uso de un campo magnético, además de una serie de ondas de radio para obtención de imágenes específicas de la columna cervical <sup>24</sup>.

En la imagen, las estructuras con pocos protones de hidrogeno se muestran con una baja señal, por lo tanto, aparecen hipointensos como el hueso cortical y el aire. El hueso medular se muestra hiperintenso en t1 y t2 en comparación con el hueso cortical. El tejido fibroso del anillo externo y las fibras de Sharpey tienen una señal

baja es decir hipointensa en t2 y t1, el núcleo pulposo que está compuesto de tejido fibrocartilaginoso con una matriz mucoide se observa con una alta intensidad de señal (hiperintenso). En t1 los discos normales parecen homogéneos y no se puede diferenciar el núcleo pulposo del anillo fibroso. Las raíces se ubican lateral y pasan a través del agujero intervertebral y se muestran con una baja señal en t2 en comparación con el líquido cefalorraquídeo que se observa hiperintenso; en t1 las raíces se observan con una señal moderada y con una escala de grises en comparación con el líquido cefalorraquídeo que se muestra hipointenso. En ponderación T2 ofrece un efecto mielográfico, es decir proporciona de una manera detallada los márgenes tecales o duramadre, las raíces nerviosas y las vainas radicales<sup>22</sup>.

La resonancia magnética oblicua sagital permite obtener un diagnóstico de hernia discal cervical con una sensibilidad, especificidad y precisión de 96.7%, 95.0% y 96.0%; mientras que en la resonancia magnética convencional es 56.7%, 85.0% y 68.0% respectivamente. Para el diagnóstico de estenosis foraminal la resonancia magnética oblicua tiene una especificidad, sensibilidad y precisión esta 96.3%, 95.7% y 96.0% y en la resonancia magnética convencional es 40.7%, 91.3% y 66.0% respectivamente<sup>9</sup>.

### **PLANOS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA CERVICAL**

Todos los exámenes de resonancia magnética se realizan con el mismo protocolo en un imán de 1,5 T con una bobina de cabezal sincronizado.

El examen se desarrolla usando una antena de múltiples canales para ello tenemos una antena de superficie. El protocolo que se llevará a cabo dependerá del diagnóstico presuntivo, en general se obtienen las imágenes en planos axial y sagital en secuencias en t1 y t2<sup>25</sup>.

A continuación, se mencionan los siguientes:

- Plano axial: este plano admite la apreciación de una lesión con exactitud concerniente en toda su extensión transversa. Además, permite la presentación de las asociaciones espaciales con la medula espinal la duramadre, el conducto



raquídeo y las articulaciones de las vértebras; sin embargo, no permite una adecuada asociación anatómica entre el foramen neural y la raíz nerviosa.

- Plano sagital: las imágenes en el plano sagital ponderadas en T1 y T2 proporcionan una buena visión general de las estructuras como vértebras, discos intervertebrales, ligamentos, conducto raquídeo, sin embargo en las ponderaciones T2 se observa un mejor contraste ya que se observa hiperintenso el líquido cefalorraquídeo, este proporciona un fondo más claro para las raíces nerviosas y discos, en discos normales el núcleo tiene una mayor señal en comparación con el anillo fibroso y el hueso cortical. A medida que el disco se degenera con la edad, disminuye la altura y tiende a perder señal, en donde se observara de color negro.
- Plano coronal: este plano es usado de manera ocasional para investigar los diagnósticos de la columna vertebral por resonancia magnética. Como otras indicaciones estarían las lesiones ocupantes de espacio y los abscesos paraespinales<sup>23</sup>.
- Plano sagital oblicuo: este plano se obtienen imágenes persiguiendo la disposición del foramen cervical que es de 45 grados las imágenes incluyen el margen medial de cada pedículo, el istmo del agujero y el borde lateral del agujero<sup>5</sup>.

El estrechamiento foraminal se observa mejor en plano oblicuo debido a que el osteofito se proyecta directamente hacia atrás lo cual el plano sagital lo corta de forma paralela en cambio si ponemos al agujero como un cilindro el plano oblicuo lo corta de forma perpendicular lo cual muestra al agujero de una forma circular<sup>26</sup>.

### **SECUENCIAS DE RESONANCIA MAGNÉTICA CERVICAL**

- TSE en T1 y T2: El eco de spin (ES) sigue la sucesión estándar del pulso, las sucesiones (ES) T1 proporciona gran contraste entre la hiperintensidad de la grasa epidural y los tejidos del saco tecal y el disco intervertebral que son hipointensos. La secuenciación TSE permite obtener tiempos de adquisición más cortos utilizando TR largos al igual que los TE, consiguiendo imágenes con alta potencia T2 que hace posible visualizar óptimamente el contenido del saco tecal en imágenes axiales, es

ventajoso en caso de una inflamación de la aracnoides, pues proporciona una adecuada visualización de las raíces nerviosas intratecales, es menos susceptible a los artefactos metálicos que los ES por ello la visualización de la columna post-operada es mejor.

- STIR: La secuencia STIR es considerada una técnica de supresión de grasa que suministra una sensibilidad alta para la localización de lesiones infiltrativas de la medula ósea.
- T1 con saturación espectral de la grasa (para el uso de agente de contraste): Son muy sensibles con la supresión grasa en la inyección de agente de contraste paramagnético para dar un diagnóstico confirmatorio de metástasis vertebrales, infección o tumor.
- ECOGRADIENTE T2: La secuencia GRE tiene mayor sensibilidad a la susceptibilidad magnética y a los artefactos de desplazamiento químico, motivo por el cual, se desestima su uso en la columna post-operada, por los debris ferromagnéticos o los implantes metálicos que disminuyen la calidad de la imagen GRE. Una ventaja frente al TSE t2 es la de diferenciar un osteofito hipointenso y el material discal hiperintenso, por ello se prefiere obtener imágenes axiales GRE<sup>25</sup>.

### **Posicionamiento del paciente**

Colocamos al paciente sobre la mesa en decúbito supino, se inmoviliza la cabeza mediante almohadillas, si se utiliza la antena de superficie se coloca alrededor del cuello evitando oprimir la zona y que el paciente este cómodo y pueda respirar sin dificultad. Si utilizamos la antena de cuello, se coloca debajo del paciente y se le indicará que tiene que permanecer inmóvil todo el cuerpo, sobre todo la zona de los hombros, cuello y cabeza. También debe controlar la respiración de modo que sea más suave, evitar la tos y la deglución en ciertos periodos de adquisición<sup>27</sup>.

La resonancia magnética genera redundancia en los ligamentos de la columna que aumentan los grados de afectación discal, disminución de los recesos del canal central e incremento de los grados de estenosis de los forámenes neurales, sin embargo, es clínicamente difícil realizar varias exploraciones en diferentes

posiciones en resonancia magnética debido al alto costo, mayor tiempo y falta de cumplimiento<sup>28</sup>.

### **Protocolo en resonancia magnética de columna cervical**

Modelo de protocolo de la columna cervical<sup>23</sup>

- Sagital TSE T1
- Sagital TSE T2
- Sagital STIR
- Axial TSE T2
- Axial T1

Teniendo en consideración los objetivos del presente estudio se tomará en cuenta el Protocolo de la columna cervical para estenosis foraminal en la Clínica TEM Medical Service S.A.C., el cual incluye:

- Sagital TSE T1: campo de visión 220mm, matriz 256x320, espesor de corte de 3 mm, promedio de señal 1, factor distancia de 0.3mm, TE: 11 ms, TR: 583.0mm, TA: 2.17ms #cortes:12
- Sagital TSE T2: campo de visión de 220mm, matriz 250\*384, espesor de corte 3 mm, promedio de señal de 1, factor distancia de 0.3mm, TE: 90ms. TR:2720ms. TA: 1.58ms #cortes: 12
- Sagital STIR: campo de visión de 220 mm, matriz 205x256, espesor de corte de 3mm, promedio de señal 1, factor distancia 0.3mm, TE:64ms TR: 3360ms, TA: 2.36 ms #cortes:12
- Axial TSE T2: campo de visión de 180 mm, matriz 224x320, espesor de corte de 3,5 mm, promedio de señal 1, factor distancia 0.4mm, TR: 4010ms, TE: 77ms, TA: 2.54ms #cortes: 25
- Axial T2MED: campo de visión 180 mm, matriz 192x320, espesor de corte de 3,5mm, promedio de señal de 0.4mm, TR: 536ms, TE: 23ms.TA: 3.47 ms #cortes:25
- Coronal STIR: campo de visión de 220 mm, matriz 192x256, espesor de corte de 3.2 mm, factor distancia 0.32 mm TI: 160 ms, TR. 3500ms TE: 35 TA: 2.37 ms #cortes: 15

- Oblicua Der. TSE T2: campo de visión de 220mm, matriz 250\*384, espesor de corte 3 mm, promedio de señal de 1, factor distancia de 0.3mm, TE: 90ms. TR:2720ms. TA: 1.58 ms #cortes: 12, ángulo de 45°
- Oblicua Izq. TSE T2: campo de visión de 220mm, matriz 250\*384, espesor de corte 3 mm, promedio de señal de 1, factor distancia de 0.3mm, TE: 90ms. TR:2720ms. TA: 1.58 ms #cortes: 12, ángulo 45°.

### **1.4.2.3 RESULTADOS IMAGENOLÓGICOS DE LA ESTENOSIS FORAMINAL CERVICAL POR RESONANCIA MAGNETICA**

Los resultados de las imágenes obtenidas por la RMN requieren de interpretación, el informe radiológico incluirá datos sobre la técnica utilizada, si fue necesario el uso de contraste, y los hallazgos encontrados. El tipo de hallazgo puede variar mucho dependiendo de la patología y del órgano estudiado. La imagenología médica es apoyo clínico en la generación de diagnósticos de un buen número de enfermedades.<sup>28</sup> La RM es mejor para la determinación y descripción de las alteraciones de las partes blandas que complican la estenosis ósea. Así mismo la estenosis del foramen neural se aprecia mejor con imágenes parasagitales T2, estableciendo el grado o nivel de obstrucción de la grasa y el ganglio de la raíz posterior en el foramen<sup>25</sup>.

#### **Localización:**

La compresión concomitante de la raíz nerviosa cervical emergente es habitual en la espondiloartrosis cervical por estenosis foraminal asociada, la incidencia del grado 3 es de mayor a nivel de la vértebra C5-C6. La articulación uncovertebral unen lateralmente los cuerpos de las vértebras cervicales, desde la tercera hasta la séptima.<sup>29, 30</sup>.

#### **Grado de lesión:**

Sujim kim et al. Propusieron un sistema de clasificación de la estenosis foraminal cervical en tres grados.

- Grado 0 (sin estenosis) El ancho de la raíz fuera del foramen es menor que el diámetro más estrecho del foramen.
- Grado 1 (estenosis moderada) El 50-100% del ancho de la raíz fuera del foramen es el diámetro más estrecho del foramen.
- Grado 2 (estenosis grave) Menor del 50% del ancho de la raíz fuera del foramen es el diámetro más estrecho del foramen. En las imágenes que se observe estrechamiento completo o casi completo del foramen se clasificará como grado 2 aparte de la raíz <sup>17, 29</sup>.

Durante el desarrollo de la experiencia clínica es imprescindible diagnosticar la estenosis y su gravedad, antes que clasificarla por sus grados, por lo que se puede simplificar esta tipificación señalando solo la presencia o ausencia de la estenosis, además de diferenciarla en no grave (grados 0 y 1) y grave (grado 2)<sup>29</sup>.

Park et al. plantearon una tipificación que se basa en imágenes oblicuas de 45 grados, prosiguiendo la orientación del foramen cervical y la consideran en cuatro grados de acuerdo con el sistema de Wildermuth et al.

Tales como:

- Grado 0: sin estenosis foraminal.
- Grado 1 (leve): estrechamiento parcial de la grasa perineural sin cambios morfológico en la raíz nerviosa.
- Grado 2 (moderada): estrechamiento casi completa de la grasa perineural sin cambios morfológicos en la raíz.
- Grado 3 (grave): compresión o cambios morfológicos en la raíz nerviosa <sup>5, 29</sup>.

Un estudio de Song et al. utilizaron la clasificación estenosis foraminal mediante mielografía por RM y TC.:

- Grado 0, normal
- Grado 1, mínimo
- Grado 2, moderado (<50% de afectación de los agujeros neurales)

- Grado 3, grave (afectación  $\geq 50\%$  de los agujeros neurales).<sup>4</sup>

### **Hallazgos radiológicos por resonancia:**

- Abombamiento discal-discosteofitario concéntrico: El abombamiento posterior del anillo es el resultado del menoscabo discal y la disminución de altura. Es la hernia más frecuente en la columna cervical y en ocasiones no presenta síntomas o, por el contrario, produce una estenosis del canal lateral que compromete la raíz nerviosa o contribuye a la estenosis del canal cervical central y al progreso de una mielopatía cervical<sup>31</sup>. El abombamiento disco-osteofitario es cuando los osteofitos y el disco se extienden más allá de sus límites normales y comprimen los elementos neurales es frecuente verlo en los cambios hipertróficos en los bordes de los cuerpos vertebrales producidos por el estrés mecánico en dicha localización y por la tracción crónica en lugares de fijación de las fibras de Sharpey.<sup>30</sup>
- Protrusión anular mediana. ocurre cuando hay una presión intradiscal baja que da lugar a estrechamiento o colapso del espacio discal, Es consecuencia de la propia degeneración, remodelación e hiperlaxitud ligamentaria, la cantidad de disco desplazado es mayor al 50% del disco desplazado y es menor de 3mm sobre el espacio del espacio discal<sup>31</sup>. y de base ancha que no es difusa cuando afecta entre un 25 y 50% de la circunferencia discal.
- Protrusión discal focal y paramediana: Es una extensión focal o asimétrica con preservación del annulus o del complejo ligamentoso posterior. Se incluye lo que generalmente se denomina “hernia discal”. La base con respecto al disco del que proviene tiene que ser más ancha que cualquier otro diámetro de la protrusión. Son focales si solamente comprenden 25% o menos de la circunferencia En el plano axial podemos encuadrar la hernia en una o varias de las siguientes zonas subarticular(paracentral o paramediana), foraminal, lateral. <sup>30, 32, 33</sup>

- Engrosamiento o hipertrofia de ligamento amarillo: La hipertrofia de este ligamento es una lesión que es provocada en pacientes derivada de otras enfermedades base. Estas lesiones desencadenan una serie de alteraciones en el canal raquídeo y compresiones en los nervios que circulan por la región<sup>34</sup>. Durante el movimiento, los osteofitos foraminales achican los neurodocos fibrosados, es decir, que se frena el desplazamiento de los nervios en el nivel de los forámenes<sup>35</sup>. La hipertrofia del ligamento longitudinal posterior se visualiza como una masa isointensa o ligeramente hiperintensa en T1 con respecto a la musculatura paravertebral.<sup>30</sup>
- Hipertrofia uncovertebral: Las articulaciones uncovertebrales únicamente se localizan en columna cervical desde C2-C3 hasta C6-C7, es el aspecto de las apófisis laterales de las vértebras cervicales que conforman la porción inferior de dichas articulaciones. El proceso artrósico de las articulaciones uncovertebrales, simultáneamente al de los grupos articulares restantes de la columna cervical, es uno de los pioneros en hacer su aparición. La degeneración de estas articulaciones se asocia a cambios degenerativos discovertebrales ya que, cuando el espacio discal disminuye, también lo hace el espacio articular uncovertebral. Los cambios consisten, fundamentalmente, en la aparición de osteofitos en el proceso uncinado.<sup>30</sup> Asimismo, dichas articulaciones son propensas a padecer inflamaciones y edema de su sinovial, así como de su cápsula en los movimientos bruscos<sup>36</sup>.
- Hipertrofia facetaria: es una articulación sinovial formada por las facetas articulares posteriores de dos vértebras adyacentes. Los hallazgos típicos de la artrosis facetaria incluyen la formación de osteofitos, aumento de tamaño de las facetas, estrechamiento del espacio articular, líquido articular, hipertrofia sinovial, esclerosis subcondral, erosiones, formación de quistes y edema óseo. En la RM pueden ser hiperintensos T2 e hipointensos T1 como cualquier otra lesión quística.<sup>30</sup>
- Espondilosis: Es la artrosis de la columna cervical que origina estenosis del canal y, en ocasiones, mielopatía cervical secundaria a la compresión de las evaginaciones

óseas artrósicas (osteofitos) sobre la médula espinal cervical, regularmente con afección de las radiculo-mielopatía (raíces cervicales inferiores) <sup>37</sup>.

Existen otros métodos diagnósticos como son:

### **Tomografía de columna cervical**

El estudio de la columna cervical con tomografía consiste en planos axiales que son perpendicular a lo largo de la columna que puede ser hasta de 1mm cuando se deseen realizar reconstrucciones multiplanares. Los principales usos son la evaluación de trauma agudo espinal, diagnóstico de estenosis espinal ósea, detecciones de enfermedades degenerativas, detección de calcificaciones, y cuando la resonancia magnética este contraindicado<sup>38</sup>.

### **Radiografía de columna cervical**

El tubo de rayos x emite fotones que atraviesan al paciente algunos son absorbidos y otros dispersados debido a los diferentes tipos de tejidos y la energía del haz de rayos x, el haz que atraviesa al paciente llega al receptor de imagen, donde se detecta y registra. La imagen se forma dependiendo el grado de atenuación de los diferentes tejidos esto determina el contraste de la imagen. En una imagen de rayos x la vértebra aparece con una estructura cuadrangular con una capa externas más densa de hueso cortical como una línea blanca y la región interna de hueso trabecular y medula ose menos denso y grisáceo, los tejidos blandos pueden superponerse en una imagen bidimensional con la vía aérea en la región cervical. En las proyecciones oblicuas los pedículos están a orientados oblicuamente posterior por ellos se puede observar los agujeros intervertebrales, las articulaciones facetarias.

Las radiografías son muy útiles para el diagnóstico de inestabilidad cervical, espondilosis, cuerpos extraños metálicos, fractura de columna cervical, posición de dispositivos ortopédicos<sup>38</sup>.



### 1.4.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Resultados imagenológicos:** Es la interpretación de las imágenes obtenidas con alto grado de fiabilidad, debe ser conciso, preciso y pertinente<sup>39</sup> además debe ser completo y lleno de conocimiento como cuantificar las lesiones en su localización, extensión y severidad, graduando la importancia o gravedad de cada hallazgo.<sup>40</sup>
- **Resonancia magnética:** Es una técnica de imágenes médicas que utiliza un campo magnético y ondas de radio generadas por computadora para crear imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo<sup>41</sup>.
- **Estenosis foraminal cervical:** Es la angostura de los espacios dentro de la columna vertebral que en ocasiones ejerce presión sobre los nervios que se desarrollan por la columna. En esta afectación, la constricción se origina en la parte de la columna vertebral que se localiza en el cuello<sup>42</sup>.
- **Plano Axial:** Este plano admite la apreciación de una lesión con exactitud, en lo que corresponde a su extensión transversal. Del mismo modo, admite la presentación de las relaciones espaciales con la duramadre, medula espinal, forma del conducto raquídeo y articulaciones vertebrales.<sup>23</sup>
- **Plano Sagital Oblicuo:** son imágenes oblicuas de 45 grados, alcanzando la orientación del foramen cervical, las imágenes incluyen el margen medial de cada pedículo, el istmo del agujero y el borde lateral del agujero.<sup>5</sup>

#### **1.4.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

##### **Hipótesis general**

Ha: Existe diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

##### **Hipótesis específica 1**

Ha: Existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

##### **Hipótesis específica 2**

Ha: Existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

##### **Hipótesis específica 3**

Ha: Existe diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

## **CAPITULO II**

### **MÉTODOS**

## **2.1 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Enfoque: cuantitativo, dado que se realizaron mediciones estadísticas para el análisis de los resultados y los datos obtenidos de las mediciones se expresan mediante números y cantidades.<sup>43</sup>

El nivel de investigación fue descriptivo comparativo, debido a que se describieron las diferencias de los resultados imagenológicos en la proyección sagita oblicua y axial<sup>44</sup>.

### **2.1.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación presento un diseño observacional o no experimental, debido a que no se manipularon las variables solo se hicieron observaciones de ellas, retrospectivo, según la planificación de las mediciones de las variables, puesto que los datos recolectados fueron de hechos pasados; de corte transversal, según el número de momentos en el tiempo en los cuales se recolectan los datos, el presente estudio evaluó a las variables en un momento determinado<sup>44</sup>.

### **2.1.3 POBLACIÓN**

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones<sup>44</sup>. Nuestra población estuvo conformada por registros de pacientes evaluados por resonancia magnética, con diagnóstico de estenosis Foraminal cervical en la Clínica TEM Medical Service S.A.C. durante agosto del 2019 - agosto del 2020. El área de estudio es la Clínica TEM Medical Service S.A.C. es una institución ubicada en Av. Grau 1005 que posee como servicios resonancia magnética, tomografía, rayos x, ecografía.

#### **2.1.4 MUESTRA Y MUESTREO**

**Unidad de análisis:** Informe e imágenes de paciente evaluado por resonancia magnética con diagnóstico de estenosis Foraminal cervical.

**Muestra:** 52 informes e imágenes de pacientes evaluados por resonancia magnética con plano axial y plano sagital oblicuo con diagnóstico de estenosis foraminal cervical en la Clínica TEM Medical Service S.A.C. durante agosto del 2019 -agosto del 2020.

#### **Muestreo:**

No probabilístico por conveniencia, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de los propósitos del investigador <sup>43</sup>en este estudio se consideró los criterios de selección.

##### **2.1.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Informes e imágenes de los pacientes evaluados por resonancia magnética atendidos en el servicio de Resonancia Magnética agosto del 2019 – agosto del 2020.
- Informes e imágenes de los pacientes evaluados por resonancia magnética con resultados de estenosis foraminal cervical.
- Informes e imágenes de pacientes con resultados de estenosis foraminal con protocolo cervical que tenga ambos planos, plano axial y sagital.

##### **2.1.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Informes e imágenes de pacientes evaluados con otro diagnóstico como tumor, infección, antecedentes quirúrgicos, trauma agudo.
- Informes e imágenes de pacientes con resultados de estenosis foraminal con protocolo cervical, pero sin el plano sagital oblicuo.

- Informes e imágenes de pacientes con resultados de estenosis foraminal con protocolo cervical y el plano sagital oblicuo, pero sin uno de los lados derecho o izquierdo.
- Informes e imágenes de pacientes con resultados de estenosis foraminal con protocolo cervical y plano sagital oblicuo, pero tuvieron imágenes con artefacto de movimiento.

### **2.1.5 VARIABLES**

**Variable I o de supervisión:** resultados imagenológicos en el plano sagital oblicuo.

**Variable II o asociada:** resultados imagenológicos en el plano axial.

**Variables de caracterización:** características sociodemográficas.

### **2.1.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Técnicas:** observacional, a través de las imágenes de los pacientes y análisis documental, de los informes de resonancia magnética.

**Instrumentos:** Ficha de recolección de datos.

La ficha de recolección de datos estuvo compuesta por cuatro ítems, el primer ítem son los datos generales del paciente como edad y sexo, el segundo ítem es la localización de la estenosis foraminal en los niveles de C3 – C7 de la columna cervical según el plano axial y sagital oblicuo, en el tercer ítem se presenta el grado de lesión de la estenosis foraminal que va de sin lesión a lesión grave según el plano axial y sagital oblicuo, el cuarto ítem son los hallazgos radiológicos de la estenosis foraminal cervical según el plano axial y plano sagital oblicuo por RM.

ANEXO I.

### **Validez y confiabilidad**

Puesto que, se manejó una ficha de recolección de datos, no se hizo obligatorio que pase un proceso de evaluación de la confiabilidad; empero, se valoró la ficha por medio de un juicio de expertos (02) dos profesionales tecnólogos médicos y (1) un Médico Radiólogo especialistas en el área de estudio, los cuales dieron su apreciación sobre si la ficha cumplía con los objetivos planteados. El análisis de la evaluación fue a través de la técnica del índice de aprobación de expertos, consiguiéndose una aceptable validez; pues los evaluadores coincidieron en sus apreciaciones. (Anexo VI) En el cuadro 1 se describe a los expertos que participaron.

### **Dictamen de Validación de instrumento**

<b>Numero de validadores</b>	<b>Nombres</b>	<b>Resultados</b>
1.	Lic. Fernando Richard Rafael Miguel	Aceptable
2.	Lic. Nixon Acosta Llocya	Aceptable
3.	Dr. Arnaldo Huaman Ipanaque	Aceptable

Fuente: elaboración propia

## **2.1.7 PROCEDIMIENTOS Y ANALISIS DE DATOS**

### **Plan de recolección**

En la recolección de la información se tuvo que optar por la aprobación del proyecto mediante la resolución emitida por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Una vez obtenido el documento, se emitió una solicitud al director de la Clínica TEM Medical Service S.A.C., para acceder a los informes e imágenes radiológicas de los pacientes con diagnóstico de estenosis foraminal cervical.

Una vez aceptado el permiso, se buscaron los registros de imágenes e informes de los pacientes y se plasmaron en la ficha de recolección, además se contó con la ayuda de un médico radiólogo para el análisis de las imágenes en cada plano de la resonancia magnética cervical, el tiempo duró aproximadamente entre una semana a un mes aproximadamente. Obtenido los datos en las fichas de recolección, se colocó un número de codificación (ID) para poder ingresarlo al programa Excel y vaciados al programa estadístico SPSS para su posterior análisis.

### **Análisis de datos**

Estadística descriptiva: Las variables cuantitativas (discretas) fueron estimadas mediante medidas de tendencia central (promedio), de dispersión (desviación estándar) y valores mínimos-máximos. Las variables cualitativas fueron presentadas mediante distribución de frecuencias absolutas y relativas.

Estadística inferencial: se usó este análisis para comparar los resultados de los planos sagital oblicuo como complemento al plano axial y el del plano axial y de esta manera identificar si existe diferencia estadística entre ambos resultados.

Para comparar los resultados de la localización y los hallazgos radiológicos de la estenosis foraminal cervical en ambos planos se usó la prueba de Mc Nemar, la cual es ideal para comparar una variable dicotómica en dos mediciones (plano oblicuo sagital y plano axial), donde el p valor con resultado menor a 0.05 considera una diferencia estadísticamente significativa entre ambas mediciones.

Para comparar el resultado del grado de lesión de la estenosis foraminal cervical en ambos planos se usó la prueba de Mc Nemar-Bowker, la cual es ideal para comparar una variable politómica en dos mediciones (plano oblicuo sagital y plano axial),



donde el p valor con resultado menor a 0.05 considera una diferencia estadísticamente significativa entre ambas mediciones.

### **2.1.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

La presente investigación tomó en cuenta las normas señaladas en el Código de ética de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos aprobado bajo Resolución Rectoral N° 02996-SG-1, donde se mantuvo el anonimato y la confidencialidad de la información recaudada, la cual fue de uso único para la presente investigación y fue manipulada solo por el investigador, por lo cual se guardó absoluta discreción.

#### **Confidencialidad de la información obtenida**

La información recopilada fue sumamente confidencial. El análisis de la información, trabajo estadístico y publicaciones que va a generar la presente investigación, no va a incluir los nombres de los pacientes y tampoco del personal asistencial que realizó el procedimiento, lo que permitió que se mantenga la privacidad de estos.

#### **Principio de beneficencia**

Dentro de las consideraciones éticas se toma la declaración de Helsinki, esta declaración se realizó en el año 1964 con la finalidad de dictar normas para demostrar la autorregulación en el control ético de la investigación con humanos, mientras que el código de Nuremberg de 1947 se redactó para juzgar los atroces experimentos y crímenes nazis y se centra en los derechos del sujeto de investigación y es esencial el consentimiento, la declaración de Helsinki se enfoca en los postulados éticos de la integridad moral y responsabilidad del investigador. El principio de beneficencia viene del latín hacer el bien es decir buscar el bien para los participantes en una investigación con la finalidad de lograr los máximos beneficios. En este proyecto se buscó que el plano oblicuo como complemento al

plano axial ayude al diagnóstico preciso de estenosis foraminal cervical que beneficiara a muchas personas para llevar un adecuado tratamiento<sup>45</sup>.

### **Citación correcta de las fuentes**

Según la Norma Vancouver se ha respetado las ideas de otras personas, que antes han tratado temas que se abordó en esta investigación, ya que merece respeto las ideas y producción de otros investigadores.

**CAPITULO III**  
**RESULTADOS**

## PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla 1. Características sociodemográficas de los pacientes evaluados por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019.**

Características Generales		N	%
Edad	< 30 años	0	0.0%
	30 - 49 años	12	23.1%
	50 - 70 años	33	63.5%
	> 70 años	7	13.5%
Sexo	Masculino	30	57.7%
	Femenino	22	42.3%

En la tabla 1 se observan las características sociodemográficas de los pacientes evaluados por resonancia magnética, donde la edad más frecuente fue de 50 a 70 años en 63.5%, y de sexo masculino en 57.7%.

**Tabla 2. Localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital**

Localización		según Plano Axial		Según Plano Sagital/oblicuo	
		N	%	N	%
C3 - C4	Si	24	46.2%	28	53.8%
	No	28	53.8%	24	46.2%
C4 - C5	Si	30	57.7%	36	69.2%
	No	22	42.3%	16	30.8%
C5 - C6	Si	38	73.1%	42	80.8%
	No	14	26.9%	10	19.2%
C6 - C7	Si	21	40.4%	28	53.8%
	No	31	59.6%	24	46.2%
		52	100.0%	52	100.0%

En la tabla 2 se observa la localización de estenosis foraminal cervical, donde:

En localización C3 – C4 hubo lesión en 46.2% según plano axial, y en 53.8% según plano sagital oblicuo; en localización C4 – C5 hubo lesión en 57.7% según plano axial, y en 69.2% según plano sagital oblicuo; en localización C5 – C6 hubo lesión en 73.1% según plano axial, y en 80.8% según plano sagital oblicuo; y en localización C6 – C7 hubo lesión en 40.4% según plano axial, y en 53.8% según plano sagital oblicuo.

**Tabla 3. Grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital**

Localización	Grado de lesión	Según Plano Axial		según Plano Sagital/oblicuo	
		N	%	N	%
C3 - C4	Sin lesión	28	53.8%	25	48.1%
	Lesión leve	16	30.8%	17	32.7%
	Lesión moderada	7	13.5%	9	17.3%
	Lesión grave	1	1.9%	1	1.9%
C4 - C5	Sin lesión	24	46.2%	17	32.7%
	Lesión leve	21	40.4%	25	48.1%
	Lesión moderada	6	11.5%	9	17.3%
	Lesión grave	1	1.9%	1	1.9%
C5 - C6	Sin lesión	13	25.0%	8	15.4%
	Lesión leve	26	50.0%	25	48.1%
	Lesión moderada	11	21.2%	17	32.7%
	Lesión grave	2	3.8%	2	3.8%
C6 - C7	Sin lesión	30	57.7%	24	46.2%
	Lesión leve	16	30.8%	17	32.7%
	Lesión moderada	6	11.5%	11	21.2%
	Lesión grave	0	0.0%	0	0.0%
		52	100.0%	52	100.0%

En la tabla 3 se observa el grado de lesión de estenosis foraminal cervical, donde se muestra que: en la localización C3 – C4, hubo un mayor porcentaje en el grado de sin lesión (plano axial: 53,8% y sagital/oblicuo: 48.1%), y una mayor diferencia de porcentajes en el grado lesión moderada (plano axial: 13.5% y sagital/oblicuo: 17.3%).

En la localización C4 – C5, hubo un mayor porcentaje en el grado de sin lesión (plano axial: 46.2% y sagital/oblicuo: 32.7%), y lesión leve (plano axial: 40.4% y sagital/oblicuo: 48.1%), y una mayor diferencia de porcentajes en el grado de sin lesión (plano axial: 46.2% y sagital/oblicuo: 32.7%) y lesión moderada (plano axial: 11.5% y sagital/oblicuo: 17.3%). En la localización C5 – C6 un mayor porcentaje de grado leve (plano axial: 50% y sagital/oblicuo: 48.1%) y una mayor diferencia de porcentajes en el grado de lesión moderado (plano axial: 21,2% y sagital/oblicuo: 32.7%). En la localización C6 – C7 un mayor porcentaje en el grado sin lesión (plano axial: 57.7% y sagital/oblicuo: 46.2%) y una mayor diferencia de porcentajes en el grado de sin lesión (plano axial: 57.7% y sagital/oblicuo: 46.2%) y lesión moderada (plano axial: 11.5% y sagital/oblicuo: 21.2%).

**Tabla 4. Hallazgos radiológicos estenosis foraminal cervical según plano axial y oblicuo sagital**

Hallazgos radiológicos	Según Plano Axial		Según Plano Sagital/oblicuo		
	N	%	N	%	
Abombamiento discal o discodeofitario concéntrico	Si	11	21.2%	9	17.3%
	No	41	78.8%	43	82.7%
Protrusión focal o anular mediana, paramediana	Si	39	75.0%	40	76.9%
	No	13	25.0%	12	23.1%
Hipertrofia de la articulación interfacetaria	Si	25	48.1%	34	65.4%
	No	27	51.9%	18	34.6%
Engrosamiento o hipertrofia del ligamento amarillo	Si	10	19.2%	13	25.0%
	No	42	80.8%	39	75.0%
Hipertrofia uncovertebral	Si	13	25.0%	27	51.9%
	No	39	75.0%	25	48.1%
		52	100.0%	52	100.0%

En la tabla 4 se observa lo hallazgos radiológicos de estenosis foraminal cervical, donde:

La protrusión focal o anular mediana, paramediana se dio en 75% según plano axial, y en 76.9% según plano sagital oblicuo; la hipertrofia de la articulación inter-facetaria se dio en 48.1% según plano axial, y en 65.4% según plano sagital oblicuo, la hipertrofia uncovertebral se dio en 25% según plano axial, y en 51.9% según plano sagital oblicuo, el abombamiento discal o discosteofitario concéntrico se dio en 21.2% según plano axial, y en 17.3% según plano sagital oblicuo;; el engrosamiento o hipertrofia del ligamento amarillo se dio en 19.2% según plano axial, y en 25% según plano sagital oblicuo.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Hipótesis general

Ha: Existe diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### Prueba estadística

Prueba no paramétrica: Prueba McNemar y Mc Nemar- Bowker.

### Elección de nivel de significancia

$p=0,05$

### Regla de decisión

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

Tabla N°5. Diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo

Resultados imagenológicos		Plano Sagital oblicuo
<b>Localización</b>	C4 - C5	0.031
	C6 - C7	0.016
<b>Plano axial</b>	C4-C5 Lesión leve	0.029
	C5-C6 Lesión moderada	0.004
	C6-C7 Lesión moderada	0.034
<b>Hallazgos radiológicos</b>	Hipertrofia de la articulación interfacetaria	0.012
	Hipertrofia uncovertebral	0.001

\*Prueba de McNemar- McNemar Bowker



Con un nivel de significancia del 95%, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar el plano Axial y Sagital oblicuo para la localización en C4 – C5 ( $p=0.031$ ), C6 – C7 ( $p=0.016$ ), para el grado de lesión leve en la localización C4 – C5 ( $p=0.029$ ), el grado de lesión moderada en la localización C5 – C6 ( $p=0.004$ ) y el grado de lesión moderada en la localización C6 – C7 ( $p=0.034$ ), para los hallazgos radiológicos de hipertrofia de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), y engrosamiento o hipertrofia uncovertebral ( $p=0.001$ ) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### **Hipótesis específica 1**

Ha: Existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### **Prueba estadística**

Prueba no paramétrica: Prueba McNemar

### **Elección de nivel de significancia**

$p=0,05$

### **Regla de decisión**

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

Tabla N°6. Diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo

<b>Localización de Lesión</b>	<b>Plano Sagital oblicuo</b>
<b>Plano Axial</b> C3 - C4	0.125
C4 - C5	0.031
C5 - C6	0.219
C6 - C7	0.016

\*Prueba de McNemar

Con un nivel de significancia del 95%, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar el plano Axial y Sagital oblicuo para la localización C4 – C5 ( $p=0.031$ ) y localización C6 – C7 ( $p=0.016$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### **Hipótesis específica 2**

Ha: Existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital/oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### **Prueba estadística**

Prueba no paramétrica: Prueba de McNemar-Bowker

### **Elección de nivel de significancia**

$p=0,05$

### Regla de decisión

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

Tabla N°7. Diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo

	Grado de Lesión		Plano Sagital oblicuo
<b>Plano Axial</b>	C3 - C4	-	0.506
	C4 - C5	Lesión leve	0.029
	C5 - C6	Lesión moderada	0.004
	C6 - C7	Lesión moderada	0.034

+Prueba de McNemar-Bowker

Con un nivel de significancia del 95%, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar el plano axial y al sagital/oblicuo para el grado de lesión leve en la localización C4 – C5 ( $p=0.029$ ), para el grado de lesión moderada en la localización C5 – C6 ( $p=0.004$ ) y para el grado de lesión moderada en la localización C6 – C7 ( $p=0.034$ ); por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo en las localizaciones C4 – C5, C5 – C6 y C6 – C7.

### Hipótesis específica 3

Ha: Existe diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

Ho: No existe diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

### Prueba estadística

Prueba no paramétrica: Prueba McNemar

### Elección de nivel de significancia

$p=0,05$

### Regla de decisión

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

Tabla N°8. Diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo

	Hallazgos radiológicos	Plano Sagital oblicuo
<b>Plano Axial</b>	Abombamiento discal o discosteofitario concéntrico	0.625
	Protrusión focal o anular mediana, paramediana.	1.000
	Hipertrofia de la articulación interfacetaria	0.012
	Engrosamiento o hipertrofia del ligamento amarillo	0.250
	Hipertrofia uncovertebral	0.001

\*Prueba de McNemar

Con un nivel de significancia del 95%, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar el plano Axial y Sagital oblicuo para los hallazgos radiológicos de hipertrofia de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), y engrosamiento o hipertrofia uncovertebral ( $p=0.001$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo.

**CAPITULO IV**  
**DISCUSIÓN**

En el actual estudio se encontró que los pacientes con estenosis foraminal evaluados por resonancia magnética tenían generalmente de 50 a 70 años (63.5%) y eran de sexo masculino (57.7%), estos resultados coinciden con el estudio de Park M et al. en 2015 donde la edad media de los pacientes fue de 60,8 años (rango de 50- 86 años) , y la proporción de hombre a mujeres fue de 16:10 es decir que estas características podrían comportarse como factores que se asocian a la aparición de estenosis foraminal en la región cervical.

Respecto a la localización de la estenosis foraminal cervical, en el presente trabajo se evidenció que hubo un mayor porcentaje de lesión en la localización C5 – C6 en plano axial: 73.1% y plano sagital oblicuo: 80.8%; y C4-C5 plano axial:57.7% y plano sagital oblicuo: 69.2%. esto coincide con el estudio de Shim JH et. al en el 2009 donde observo en la localización C5-C6 mayor cantidad de estenosis foraminal 24 de 50 niveles. Además, en el presente estudio se obtuvo una diferencia significativa al comparar el plano Axial y Sagital oblicuo para la localización C4 – C5 ( $p=0.031$ ) y localización C6 – C7 ( $p=0.016$ ) esto coincide con el estudio de Shim JH et. al donde obtuvo una discrepancia entre la interpretación de la resonancia magnética convencional y la resonancia magnética sagital angulada para la estenosis foraminal en 20 niveles de los 50 niveles, la resonancia magnética convencional era incorrecta en 18 niveles y la resonancia magnética sagital angulada tenía un error en 2 niveles. Esto demuestra que efectivamente hay una mayor frecuencia de lesión observada con el plano sagital oblicuo en comparación con el plano axial, debido a que las imágenes sagitales en ángulo obtenidas proporcionan datos sobre el foramen que no están disponibles cuando se utilizan técnicas de RM convencionales.

Respecto al grado de lesión se obtuvo que en la localización C3 – C4, hubo un mayor porcentaje en el grado de sin lesión (plano axial: 53,8% y sagital/oblicuo: 48.1%), C4 – C5, hubo un mayor porcentaje en el grado de sin lesión (plano axial: 46.2% y sagital/oblicuo: 32.7%). En la localización C6 – C7 un mayor porcentaje en el grado sin lesión (plano axial: 57.7% y sagital/oblicuo: 46.2%). Este resultado fue similar al estudio de Park HJ et al. donde obtuvo que el grado 0 (sin lesión) fue el más común (206–210, 69–70%); y al estudio de Kim et al. donde obtuvo el grado 0 (sin estenosis) se observó

con mayor frecuencia. La lesión grave en cada localización C3 – C4 (plano axial: 1.9% y sagital/oblicuo: 1.9%), C4 –C5 (plano axial: 1.9% y sagital/oblicuo: 1.9%),C5 – C6 (plano axial: 3.8% y sagital/oblicuo: 3.8%), C6 – C7 no se presentaron lesiones graves estos resultados coincide con el estudio de Park HJ et al. donde la incidencia de Grado 3 (grado grave) en el nivel C5-6 fue significativamente mayor que en otros niveles, lo que puede deberse a que el nivel C5-6 tiene el mayor rango de movimiento vertebral.

En lo referente a los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical, en el presente trabajo hubo un mayor porcentaje en el hallazgo de protrusión focal o anular mediana, paramediana plano axial:75% y plano sagital oblicuo:76.9%; y en menor porcentaje la hipertrofia uncovertebral plano axial: 25% plano sagital oblicuo: 51.9% esto coincide con el estudio de Karki et al. en el 2015 donde observaron en su estudio que los hallazgos más comunes fueron la degeneración del disco y la protuberancia del disco<sup>46</sup>. Por su parte el estudio de Jensen et al. en el 2019 demostraron que los hallazgos más frecuentes fueron la artrosis uncovertebral (74%) y la degeneración del disco (67%)<sup>47</sup>. Además en el presente estudio hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar el plano Axial y Sagital oblicuo para los hallazgos radiológicos de hipertrofia de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), y engrosamiento o hipertrofia uncovertebral ( $p=0.001$ ), esto coincide con el estudio de Shim JH et al. en el 2009 tuvo como resultado en su estudio las exploraciones oblicuas proporcionan más información sobre la patología de la estenosis, incluido el crecimiento excesivo de la articulación facetaria, la formación de osteofitos a partir del proceso unciforme y la hernia de disco intervertebral. Son distintas las anomalías que se han desarrollado en los pacientes con estenosis foraminal cervical y que compromete a los discos intervertebrales, por lo que hay que prestar vigilancia a dichas zonas<sup>47</sup>.

Al evaluar los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo y plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética se evidenció que hay diferencias significativas en la localización, grado de lesión y hallazgos radiológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo ( $p<0.05$ ). Por su parte, Kintzelé L et al. encontraron que las proyecciones sagitales estándar tienden a subestimar el grado de estenosis neuro-foraminal en el diagnóstico de hernias de disco en

la RM de la columna cervical en comparación con las imágenes oblicuas-sagitales. Mientras que Park M et al. en el 2015 encontraron que las vistas oblicuas o axiales tenían tasas de confianza significativamente mayores para determinar la presencia de estenosis foraminal que las vistas sagitales (92.3%, 88.1% vs. 58.0%, respectivamente,  $p=0.000$ ). Por tanto, ambos planos muestran relación al momento de establecer diagnósticos de patologías a nivel cervical, siendo relativamente mayor el porcentaje en el plano sagital oblicuo.



**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

- Existe diferencia significativa en los resultados imagenológicos de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital, específicamente en la localización C4 – C5 ( $p=0.031$ ) y C6 – C7 ( $p=0.016$ ), en el grado de lesión leve en la localización C4 – C5 ( $p=0.029$ ), el grado de lesión moderada en la localización C5 – C6 ( $p=0.004$ ) y el grado de lesión moderada en la localización C6 – C7 ( $p=0.034$ ), en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical específicamente de hipertrofia de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), e hipertrofia uncovertebral ( $p=0.001$ ).
- Las características sociodemográficas de los pacientes evaluados fueron edad de 50 a 70 años en 63.5% y de sexo masculino en 57.7%.
- Existe diferencia significativa en la localización de la estenosis foraminal cervical por niveles cervicales según plano axial y plano oblicuo sagital, específicamente en C4 – C5 ( $p=0.031$ ) donde se obtuvo porcentajes de 57.7%, 69.2% según el plano axial y sagital oblicuo respectivamente y C6 – C7 ( $p=0.016$ ) donde se obtuvo porcentajes de 40.4%, 53.8% según el plano axial y sagital oblicuo respectivamente.
- Existe diferencia significativa en el grado de lesión de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital/oblicuo para el grado de lesión leve en la localización C4 – C5 ( $p=0.029$ ), donde se obtuvo porcentajes de 40.4%, 48.1% según el plano axial y sagital oblicuo respectivamente para el grado de lesión moderada en la localización C5 – C6 ( $p=0.004$ ) se obtuvo porcentajes de 21.2%, 32.7% según el plano axial y sagital oblicuo respectivamente y para el grado de lesión moderada en la localización C6 – C7 ( $p=0.034$ ) se obtuvo porcentajes de 11.5%, 21.2% según el plano axial y sagital oblicuo respectivamente.
- Existe diferencia significativa en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano sagital oblicuo, específicamente de hipertrofia

de la articulación interfacetaria ( $p=0.012$ ), se obtuvo porcentajes de 48.1%, 65.4% según plano axial y sagital oblicuo respectivamente e hipertrofia uncovertebral ( $p=0.001$ ) se obtuvo porcentajes de 25%, 51.9% según plano axial y sagital oblicuo respectivamente.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- A la luz de los resultados se recomienda actualizar el protocolo en resonancia magnética de la columna cervical a fin de incluir la secuencia sagital oblicua para determinar el diagnostico efectivo de la estenosis foraminal y el tratamiento oportuno.
- Se recomienda tener un tamaño de muestra más grande y el diseño prospectivo para disminuir la posibilidad de sesgo de selección.
- Se recomienda replicar nuestro estudio en la forma que se evalúen los valores predictivos según los planos sagital oblicuo y axial para la detección de estenosis foraminal.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Steven P. Cohen Fuente: Mayo Clinic Proceedings Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Neck Pain. Clin Proc. 2015;90(2):284-299.
2. Murillo A. Radiculopatía cervical. Medicina Legal de Costa Rica. 2012; 29(2): 93-100
3. Krivoy S, Wallens A, Díaz M, Delgado I. Fijación anterior de la columna cervical con cesta roscable de titanio: Experiencia en 50 casos. Gaceta Médica Caracas. 2004; 112(2): 116-23.
4. Kim S, Lee JW, Chai JW, Yoo HJ, Kang Y, Seo J, et al. A New MRI Grading System for Cervical Foraminal Stenosis Based on Axial T2-Weighted Images. Korean J Radiol. 2015;16(6): 1294-302.
5. Park HJ, Kim SS, Lee S-Y, Park N-H, Chung E-C, Rho M-H, et al. A practical MRI grading system for cervical foraminal stenosis based on oblique sagittal images. Br J Radiol [Revista en internet]. 2013; 86(1025). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3635796/>
6. Kintzelé L, Rehnitz C, Kauczor H-U, Weber M-A. Oblique Sagittal Images Prevent Underestimation of the Neuroforaminal Stenosis Grade Caused by Disc Herniation in Cervical Spine MRI. ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed. 2018; 190(10): 946-54.
7. Freund W, Weber F, Hoepner G, Meier R, Klessinger S. Coronal oblique orientation of the neural foramen improves cervical spine MRI: A comparison of the sensitivity of different angulations. Clin Imaging. febrero de 2019; 53: 162-8.
8. Hwan J, Yoon J, Chin D, Hyun K, Uk S, Eun Y. Suitability of Cervical Oblique Magnetic Resonance Imaging for Surgical Planning. The Nerve. 2018; 4(2).

9. Park MS, Moon S-H, Lee H-M, Kim T-H, Oh JK, Lee SY, et al. Diagnostic value of oblique magnetic resonance images for evaluating cervical foraminal stenosis. *Spine J.* 2015; 15(4): 607-11.
10. Hyun J, Keun C, Hyun J, Wook J, Chan D, Hyun D, et al. A comparison of angled sagittal MRI and conventional MRI in the diagnosis of herniated disc and stenosis in the cervical foramen. *European Spine Journal*, 2009; 18: 1109-1116.
11. Goodman B, Geffen J, Mallempati Sr. Noble B. MRI images at a 45-degree angle through the cervical neural foramina: A technique for improved visualization. *Pain physician.* 2006; (4): 327-332.
12. Roberts C, Troy N, Krupinski E, Erly W. Oblique Reformation in Cervical Spine Computed Tomography: A New Look at an Old Friend. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003; 28(2):167-70.
13. Eidelson S. Anatomía de la columna cervical (cuello). 2020. [Acceso el 17 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/anatomia-columna-cervical-cuello>
14. Vargas M. Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. *Medicina Legal de Costa Rica.* 2012; 29(2): 77-92.
15. Fast A, Goldsher D. *Navigating the Adult Spine: Bridging Clinical Practice and Neuroradiology.* Demos Medical Publishing; 2006. p. 201
16. Ombregt L. *A System of Orthopaedic Medicine - E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2013. 1271 p.
17. Morrison W. Neural foraminal stenosis: Definition, causes, and treatment [Internet]. [Accessed May 25, 2020]. Available in: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/319792>

18. Cuelco R. La Columna Cervical: Síndromes clínicos y su tratamiento manipulativo. Ed. Médica Panamericana; 2008. p. 524.
19. Sioutas G, Kapetanakis S. Clinical anatomy and clinical significance of the cervical intervertebral foramen: a review. *Folia Morphol.* 2016;75(2):6.
20. Choi Y. Lumbar foraminal neuropathy: an update on non-surgical management. *Korean J Pain.* 2019;32(3):147-59.
21. Han S. Neural Foraminal Stenosis. 2018. [Accessed April 17, 2020]. Available in: <https://www.healthline.com/health/neural-foraminal-stenosis>
22. Mayo Clinic. Estenosis del conducto vertebral. 2018. [Acceso el 17 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/spinal-stenosis/symptoms-causes/syc-20352961>
23. Fast A, Goldsher D. Navigating the Adult Spine: Bridging Clinical Practice and Neuroradiology. Demos Medical Publishing; 2006. p. 201
24. Mendez R. Beneficios de la inclusión de una secuencia panorámica de columna vertebral en STIR en los protocolos del raquis en pacientes de 18 a 80 años en Clínica Tomonorte 2013-2014. [Tesis de Licenciatura]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina; 2014.
25. KidsHealth. Resonancia magnética: columna cervical. 2020. [Acceso el 10 de abril del 2020]. Disponible en: <https://kidshealth.org/es/parents/test-mri-spine-esp.html>
26. Canta A. RM de la Columna Vertebral. 2016. [Acceso el 09 de abril del 2020]. Disponible en: <http://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/capitulo8p.pdf>
27. Oshina M, Oshima Y, Tanaka S, Tan L, Josh X, Tuchman A, et al. Utility of Oblique Sagittal Reformatted and Three-dimensional Surface Reconstruction Computed Tomography in Foraminal Stenosis Decompression. *Sci Rep* [Internet magazine].



- 2018 [Accessed May 22, 2020]; 8: 16011. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6207656/>
28. Huérfano Y, Vera M, Del Mar A, Chacón J, Vera M, Bautista N et al. Imagenología médica: Fundamentos y alcance. AVFT [Internet]. 2016 Sep; 35( 3 ): 71-76. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-02642016000300002&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642016000300002&lng=es).
29. Marín D, Salgado G, Flores E, Campos J. Utilidad de la resonancia magnética dinámica: flexión y extensión de la columna cervical y lumbar en el estudio del paciente con dolor. Anales de Radiología México 2009; 4: 291-299.
30. García J, Martínez A, Pozo J. 2.3. Patología degenerativa de la columna vertebral. Editorial Médica Panamericana. [Acceso el 22 de mayo del 2020]. Disponible en: [http://aula.campuspanamericana.com/\\_Cursos/Curso01417/Temario/Experto\\_Resonancia\\_Magnetica\\_Musculoesk/M2T3texto.pdf](http://aula.campuspanamericana.com/_Cursos/Curso01417/Temario/Experto_Resonancia_Magnetica_Musculoesk/M2T3texto.pdf)
31. Lee KH, Park HJ, Lee SY, Chung EC, Rho MH, Shin H, et al. Comparison of two MR grading systems for correlation between grade of cervical neural foraminal stenosis and clinical manifestations. Br J Radiol [Internet magazine]. [Accessed May 22, 2020];89(1062). Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5258160/>
32. López A, López E, Páez D, Solano A, Navarro A, Vázquez V. Columna degenerativa: un reto difícil de afrontar para el residente. Importancia de la unificación de criterios y sistemática para la elaboración de un informe radiológico con resonancia magnética (RM). Sociedad Española de Radiología Médica. Disponible en: [piper.espacioseram.com > index.php > seram > article > download](http://piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/download)
33. Sociedad Española de Radiología. Resonancia Magnética de la Columna. España: Sociedad Española de Radiología; 2016. [Acceso el 24 de mayo del 2020]. Disponible en: [http://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/informe\\_columna\\_rm.pdf](http://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/informe_columna_rm.pdf).

34. Burbano H, Belalcázar E, Fernández S. Resonancia magnética de la columna lumbar: lo que el radiólogo debe conocer antes de elaborar un reporte. *Anales de Radiología México*. 2014; 13:292-305.
35. Fisioonline. Ligamento amarillo. [Acceso el 26 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/glosario/ligamento-amarillo>
36. Cibeira J. Cervicobraquialgias. Enfermedad por microtrauma. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2001.
37. Gómez N. Enfermedades y alteraciones: Uncoartrosis. Síntomas, causas y tratamientos de Uncoartrosis. 2020. [Acceso el 26 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.doctuo.es/enfermedades/uncoartrosis>
38. Rubin M. Espondilosis cervical y mielopatía cervical espondilótica. EE.UU.: Merck Sharp & Dohme Corp.; 2020.
39. Mayo Clinic. Resonancia magnética. 2020 [Acceso el 20 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>
40. Martí-Bonmatí L, et al. El informe radiológico: estilo y contenido (II) *Radiología* 2004;46(4):199-202.
41. Abajo Fr. La declaración de Helsinki VI: una revisión necesaria, pero ¿suficiente? *Revista Española de Salud Pública*, 2001. 75(5). Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272001000500002](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272001000500002)
42. Martí L., Tardáguila Fr., Bonmati J. El informe radiológico: estilo y contenido (II). *Radiología*. 2004; 46(4): 199-2020
43. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México McGraw-Hill, editor; 2014.

44. Supo, J. El propósito de la investigación: De la idea de investigación al diseño del estudio (Spanish Edition). Dec 3, 2013.
45. Radiologyinfo. Exploración de la columna vertebral por TAC. 2019. [Consultado el 22 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=spinect>
46. Karki D, Gurung G, Adhikary K, Ghimire R. Magnetic Resonance Imaging Findings in Degenerative Disc Disease of Cervical Spine in Symptomatic Patients. J Nepal Health Res Counc. 2015; 13(31): 196-200.
47. Jensen R, Jensen T, Grøn S, Frafjord E, Bundgaard U, Damsgaard A, et al. Prevalence of MRI findings in the cervical spine in patients with persistent neck pain based on quantification of narrative MRI reports. Chiropr Man Therap. 2019; 27:13. doi: 10.1186/s12998-019-0233-3.

## **ANEXOS**

## ANEXO I: INSTRUMENTO

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### A. Características generales

1. Edad: \_\_\_\_\_

<30años ( ) 30-50 años ( ) 50-70 años ( ) >70 años ( )

2. Sexo: Hombre ( ) mujer ( )

#### B. Localización de la estenosis foraminal cervical por niveles de la columna cervical de cada paciente según plano axial, plano sagital oblicuo.

##### Plano axial

- C3-C4 Si ( ) No ( )
- C4-C5 Si ( ) No ( )
- C5-C6 Si ( ) No ( )
- C6-C7 Si ( ) No ( )

##### Plano Sagital Oblicuo

- C3-C4 Si ( ) No ( )
- C4-C5 Si ( ) No ( )
- C5-C6 Si ( ) No ( )
- C6-C7 Si ( ) No ( )

#### C. Grado de lesión de la estenosis foraminal por niveles de la columna cervical de cada paciente según plano axial, plano sagital oblicuo.

### Plano Axial

1. C3-C4 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
2. C4-C5 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
3. C5-C6 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
4. C6-C7 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )

### Plano Sagital Oblicuo

1. C3-C4 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
2. C4-C5 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
3. C5-C6 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )
4. C6-C7 sin lesión ( ) leve ( ) moderada ( ) grave ( )

## D. Hallazgos imagenológicos de la estenosis foraminal cervical de cada paciente según plano axial, plano sagital oblicuo

### Plano axial

- Abombamiento discal o discosteofitario concéntrico: Si ( ) No ( )
- Hipertrofia uncovertebral Si ( ) No ( )
- Hipertrofia de la articulación interfacetaria Si ( ) No ( )
- Engrosamiento o hipertrofia del ligamento amarillo Si ( ) No ( )
- Protrusión focal o anular mediana, paramediana Si ( ) No ( )

### Plano sagital oblicuo

- Abombamiento discal o discosteofitario concéntrico: Si ( ) No ( )
- Hipertrofia uncovertebral Si ( ) No ( )
- Hipertrofia de la articulación interfacetaria Si ( ) No ( )

- Engrosamiento o hipertrofia del ligamento amarillo      Si ( ) No ( )
- Protrusión focal ( subarticular, foraminal, lateral) o anular mediana, paramediana.      Si ( ) No ( )

## ANEXO II: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	CATEGORÍA FINAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo.	Es la interpretación de las imágenes en el plano sagital oblicuo obtenidas 45°, siguiendo la orientación del foramen cervical con alto grado de fiabilidad, conciso, preciso y pertinente además completo y lleno de conocimiento como cuantificar las lesiones en su localización, extensión y severidad, graduando la importancia o gravedad de cada hallazgo. <sup>(39)</sup> <sup>(40)</sup> <sup>(5)</sup>	En el nivel de resultados imagenológicos en el plano sagital oblicua está clasificada en tres dimensiones: localización, grado de lesión y hallazgos imagenológicos se recolectaron en una Ficha de recolección de datos de 4 ítems.	Localización	- C3-C4 - C4-C5 - C5-C6 - C6-C7	- SI - NO	Cualitativa	Ordinal
			Grado de lesión	Grado 0	Sin lesión	Cualitativa	Ordinal
				Grado 1	Lesión leve		
				Grado 2	Lesión Moderado		
Hallazgos	- Abombamiento discal- discosteofitario concéntrico. - Protrusión focal o anular mediana y/o foraminal - Hipertrofia facetaria - Engrosamiento o hipertrofia de ligamento amarillo - Hipertrofia uncovertebral	-SI -NO	Cualitativa	Nominal			
Resultados imagenológicos del plano axial	Es la interpretación de las imágenes en el plano axial, permitiendo la evaluación exacta de una lesión en lo que respecta a su extensión transversal con alto grado de fiabilidad, conciso, preciso y pertinente además completo y lleno de conocimiento como cuantificar las lesiones en su localización, extensión y severidad, graduando la importancia o gravedad de cada hallazgo. <sup>(39)</sup> <sup>(40)</sup> <sup>(23)</sup>	En el nivel de resultados imagenológicos en el plano axial está clasificada en tres dimensiones: localización, grado de lesión y hallazgos imagenológicos se recolectaron en una Ficha de recolección de datos de 4 ítems.	Localización	- C3-C4 - C4-C5 - C5-C6 - C6-C7	- SI - NO	Cualitativa	Ordinal
			Grado de lesión	Grado 0	Sin lesión	Cualitativa	Ordinal
				Grado 1	Lesión leve		
				Grado 2	Lesión Moderado		
Hallazgos	- Abombamiento discal- discosteofitario concéntrico. - Protrusión focal o anular mediana y/o foraminal - hipertrofia facetaria - Engrosamiento o hipertrofia de ligamento amarillo - Hipertrofia uncovertebral	-SI -NO	Cualitativa	Nominal			
Variable de caracterización: Características sociodemográficas			Edad	Años cumplidos	<30 30-50 50-70 >70	Cuantitativa	Intervalo
			Sexo	Sexo biológico	Hombre Mujer	Cualitativa	Nominal



### ANEXO III: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	CATEGORIA FINAL	CUALITATIVA	ESCALA		
General ¿Cuál es la diferencia en los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019-2020?	General Comparar los resultados imagenológicos del plano sagital oblicuo como complemento al plano axial en el estudio de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética en la clínica TEM MEDICAL SERVICE S.A.C., 2019-2020.	Resultados imagenológicos en el plano axial	Localización	C3-C4 C4-C5 C5-C6 C6-C7	-Si -No	Cualitativa	Nominal		
Específicos  ¿Cuáles son las características sociodemográficas de los pacientes con estenosis foraminal cervical?  ¿Cuál es la diferencia en la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital?  ¿Cuál es la diferencia en el grado de la estenosis foraminal de cada nivel cervical según plano axial y plano oblicuo sagital?  ¿Cuál es la diferencia en los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital?	Específicos  Describir las características sociodemográficas de los pacientes evaluados.  Comparar la localización de la estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital.  Comparar el grado de lesión de la estenosis foraminal de cada nivel cervical según, plano axial y plano oblicuo sagital.  Comparar los hallazgos radiológicos en estenosis foraminal cervical según plano axial y plano oblicuo sagital.		Hallazgos	- Abombamiento discal-discosteofitario concéntrico - Protrusión focal o anular mediana y/o foraminal - hipertrofia facetaria - Engrosamiento o hipertrofia de ligamento amarillo - Hipertrofia uncovertebral	Grado 0	Sin lesión	Cualitativa	Ordinal	
					Grado de lesión	Grado 1			Lesión leve
					Grado 2	Lesión Moderado			
Grado 3	Lesión Grave								
Localización	C3-C4 derecha C4-C5 derecha C5-C6 derecha C6-C7 derecha	-Si -No	Cualitativa	Nominal					
Grado de lesión	Grado 0	Sin lesión	Cualitativa	Ordinal					
		Grado 1			Lesión leve				
		Grado 2			Lesión Moderado				
Grado 3	Lesión Grave								
Hallazgos	- Abombamiento discal-discosteofitario concéntrico - Protrusión focal o anular mediana y/o foraminal - hipertrofia facetaria - Engrosamiento o hipertrofia de ligamento amarillo - Hipertrofia uncovertebral	-Si -No	Cualitativa	Nominal					

		Variable de caracterización: Características sociodemográficas	Edad	Años cumplidos	<30 30-50 50-70 >70	Cualitativa	Intervalo
			Sexo	Sexo biológico	Hombre Mujer	Cualitativa	Nominal
TIPO Y DISEÑO	POBLACIÓN			TECNICAS E INSTRUMENTOS			ANALISIS DE DATOS
<p>Enfoque: cuantitativo.  Tipo: observacional, retrospectivo, de corte transversal.  Nivel: Descriptivo  Diseño: Comparativo</p>	<p>Población: Total de 60 informes e imágenes de pacientes evaluados por resonancia magnética con diagnóstico de estenosis Foraminal cervical en la Clínica TEM Medical Service S.A.C. durante agosto del 2019 a agosto del 2020.  Muestra: 52 informes e imágenes de pacientes de pacientes evaluados por resonancia magnética con diagnóstico de estenosis Foraminal cervical en la Clínica TEM Medical Service S.A.C. durante agosto del 2019 a agosto del 2020.  Muestreo: No probabilístico por conveniencia</p>			<p>Técnica: Observacional y análisis documental.  Instrumento: Ficha de recolección de datos.</p>			<p>Estadística descriptiva: Las variables cuantitativas (discretas) serán estimadas mediante medidas de tendencia central (promedio), de dispersión (desviación estándar) y valores mínimos-máximos. Las variables cualitativas serán presentadas mediante distribución de frecuencias absolutas y relativas.  Estadística inferencial: prueba no paramétrica de Mc Nemar y Mc Nemar - Bowker</p>

## ANEXO IV: SOLICITUD PARA FACILIDADES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### AUTORIZACIÓN

**Asunto:** Solicito autorización para realizar investigación científica

Presente:

Yo **Jocelyn Yarihuaman Aguirre** con numero de DNI: 70033240, luego de saludarlo cordialmente me dirijo a Ud. **Dr. Angelo Servan Laveriano** Administrador del Centro Médico TEM MEDICAL SERVICE, a fin de solicitar la emisión de autorización para poder realizar investigación científica en el servicio de Resonancia Magnética en el centro que Ud. dirige, en sede **Lima**, como parte del proyecto titulado **“RESULTADOS IMAGENOLÓGICOS DEL PLANO SAGITAL OBLICUO COMO COMPLEMENTO AL PLANO AXIAL EN PACIENTES CON ESTENOSIS FORAMINAL CERVICAL DIAGNOSTICADA POR RESONANCIA MAGNÉTICA. CLÍNICA TEM MEDICAL SERVICE S.A.C. 2019”**, en el año comprendido 2020.

Para lo cual cumplo con adjuntar toda la documentación exigida para este efecto.

Agradeciendo su comprensión y atención, me suscribo a Ud.

Atentamente,

Jocelyn Yarihuaman Aguirre

DNI: 70033240

.....  
r. Angelo SERVAN LAVERIANO  
MÉDICO CIRUJANO GENERAL  
CMP: 86743



Lima, 20 septiembre del 2020

## ANEXO V: DOCUMENTO DE VALIDACION POR EL JUICIO DE EXPERTOS

ANEXO: DOCUMENTO DE VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUCIO DE EXPERTOS

Nombre del Experto:..... Nixon Haikol Acosta Llocoya.

Profesión:..... Lic. Tecnólogo Médico

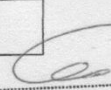
Nº de colegiatura: ..... 15.133

Ocupación:..... Resonancia / Tomografía

Grado Académico:..... Licenciado

Teniendo como base los criterios que a continuación se presentan, le solicitamos su opinión sobre el instrumento que se adjunta . Marque con una X (aspa) en SI o NO en cada criterio según su opinión .Marque SI , cuando el Ítem cumpla con el criterio señalado o NO cuando no cumpla con el criterio

Criterios	Opinión		Observación
	SI	NO	
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	X		
4. Los Ítems (preguntas) del instrumento están correctamente formuladas (claros y entendibles)	X		
5. Los Ítems (preguntas) del instrumento responden a la Operacionalización de la variable.	X		
6. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
7. Las categorías de cada pregunta (variables) son suficientes.	X		
8. El número de Ítems (preguntas) es adecuado para su aplicación.	X		

  
Firma del Experto Lic. Nixon Acosta L  
TECNOLOGO MÉDICO - RAD  
CTMP: 15133

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)      Aplicable después de corregir ( )      24-07-2020  
No aplicable ( )

DNI:..... 7.619.3153

Especialidad del validador:..... Resonancia / Tomografía

ANEXO: DOCUMENTO DE VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del Experto:.....Rafael Miguel, Fernando Richer

Profesión:.....Tecnólogo Médico

Nº de colegiatura: .....3049

Ocupación:.....

Grado Académico:.....Licenciado

Teniendo como base los criterios que a continuación se presentan, le solicitamos su opinión sobre el instrumento que se adjunta. Marque con una X (aspa) en SI o NO en cada criterio según su opinión. Marque SI, cuando el ítem cumpla con el criterio señalado o NO cuando no cumpla con el criterio

Criterios	Opinión		Observación
	SI	NO	
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	X		
4. Los ítems (preguntas) del instrumento están correctamente formuladas (claros y entendibles)	X		
5. Los ítems (preguntas) del instrumento responden a la Operacionalización de la variable.	X		
6. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
7. Las categorías de cada pregunta (variables) son suficientes.	X		
8. El número de ítems (preguntas) es adecuado para su aplicación.	X		

FERNANDO RAFAEL MIGUEL  
Radiología - Ecografía  
CTAMP 3049

Firma del Experto 27-07-2020

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)      Aplicable después de corregir ( )  
No aplicable ( )

DNI:.....09660609      Especialidad del validador:.....Radiología

ANEXO: DOCUMENTO DE VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nombre del Experto:..... Arnaldo Huanan Ipanaque

Profesión:..... Medicina

Nº de colegiatura: ..... CMP: 3502

Ocupación:..... Medico Radiologo

Grado Académico:..... Medico Cirujano

Teniendo como base los criterios que a continuación se presentan, le solicitamos su opinión sobre el instrumento que se adjunta . Marque con una X (aspa) en SI o NO en cada criterio según su opinión . Marque SI , cuando el Ítem cumpla con el criterio señalado o NO cuando no cumpla con el criterio

Criterios	Opinión		
	SI	NO	Observación
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	X		
4. Los Ítems (preguntas) del instrumento están correctamente formuladas (claros y entendibles)	X		
5. Los Ítems (preguntas) del instrumento responden a la Operacionalización de la variable.	X		
6. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
7. Las categorías de cada pregunta (variables) son suficientes.	X		
8. El número de Ítems (preguntas) es adecuado para su aplicación.	X		

  
 DR. ARNALDO HUAMAN IPANAQUE  
 JEFE DEL SERVICIO DE ECOTONOGRAFIA  
 CMP. 3502  
 RED PRESTACIONAL ALMENARA

02/08/2020

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)      Aplicable después de corregir ( )  
 No aplicable ( )

DNI:..... 02865691

Especialidad del validador:..... Resonancia / Tomografía

DR. ARNALDO HUAMAN IPANAQUE  
 JEFE DEL SERVICIO DE ECOTONOGRAFIA  
 CMP. 3502 RNE. 20830  
 RED PRESTACIONAL ALMENARA

**ANEXO VI: VALIDEZ DE CONTENIDO: INDICE DE APROBACIÓN DE EXPERTOS**

CRITERIOS	N° de jueces			Valor
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	1	1	1	3
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	1	1	1	3
3. Los ítems (preguntas) del instrumento están correctamente formuladas. (claros y entendibles).	1	1	1	3
4. Los ítems (preguntas) del instrumento responden a la Operacionalización de la variable.	1	1	1	3
5. La estructura del instrumento es adecuado.	1	1	1	3
6. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	1	1	1	3
7. Las categorías de cada pregunta (variables) son suficientes.	1	1	1	3
8. El número de ítems (preguntas) es adecuado para su aplicación.	1	1	1	3

Se ha considerado lo siguiente:  $b: Ta \times 100 / Ta + Td$        $b: 24 \times 100 / 24 + 0 = 100\%$

1 (SI) = De acuerdo

0 (NO) = En desacuerdo

Se solicitó a tres jueces expertos su opinión sobre el instrumento, de acuerdo con los criterios mencionados, los cuales fueron calificados con un puntaje de 1 si estaban de acuerdo y un puntaje de 0 si estaban en desacuerdo. Finalmente, se evidencia una perfecta validez (100%), habiendo una concordancia favorable entre los expertos en todos los criterios.



## ANEXO VII: IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNETICA

Imagen N°1: RESONADOR MAGNETICO 1.5 TESLA  
MODELO: SIEMENS ESSENZA



Imagen N°2: Secuencia axial T2 TSE, Imagen de resonancia magnética de columna cervical.





Imagen N°3. Secuencia sagital T2 TSE, Imagen de resonancia magnética de columna cervical .

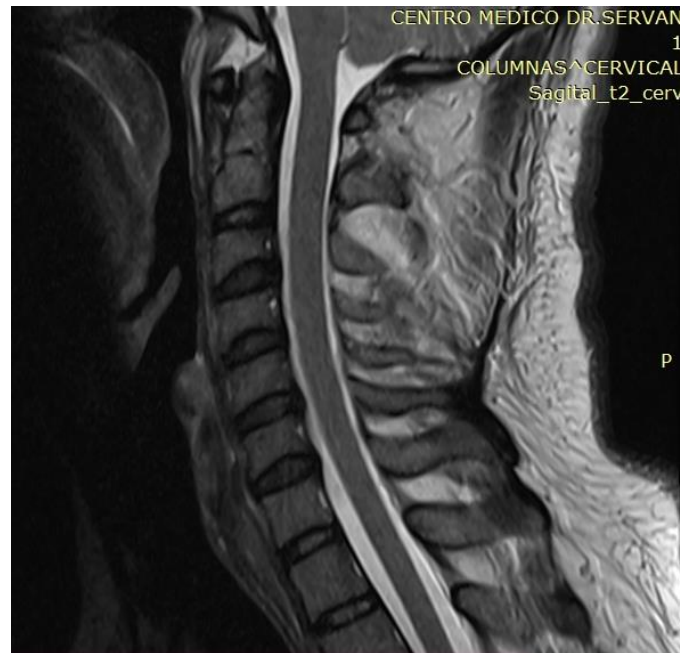


Imagen N°4: Secuencia sagital oblicua T2 TSE, Imagen de resonancia magnética de columna cervical.

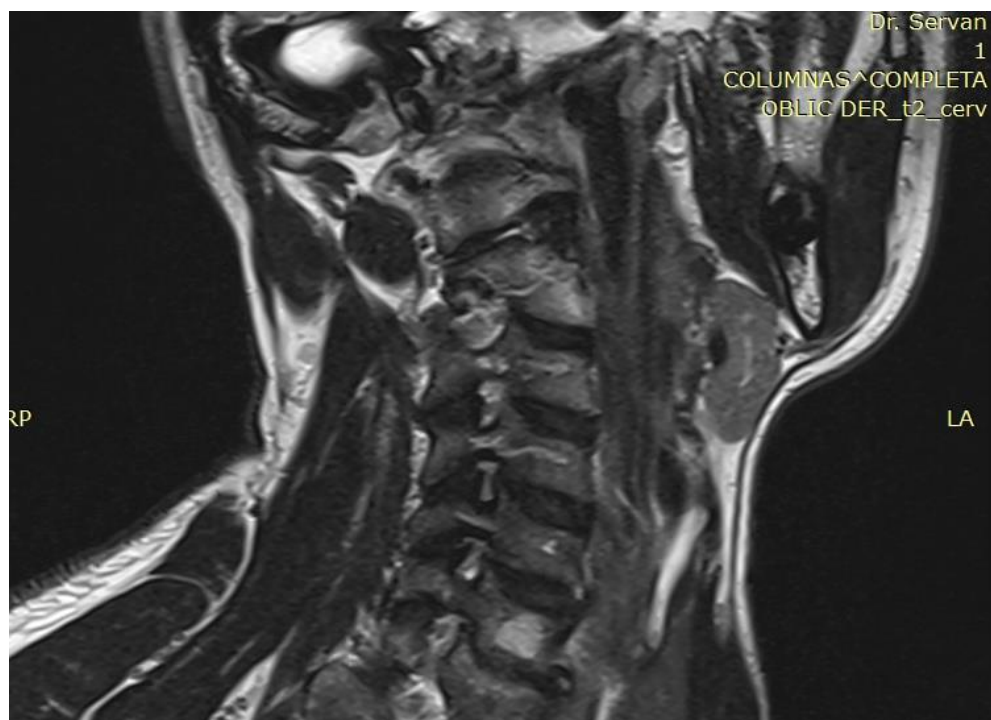
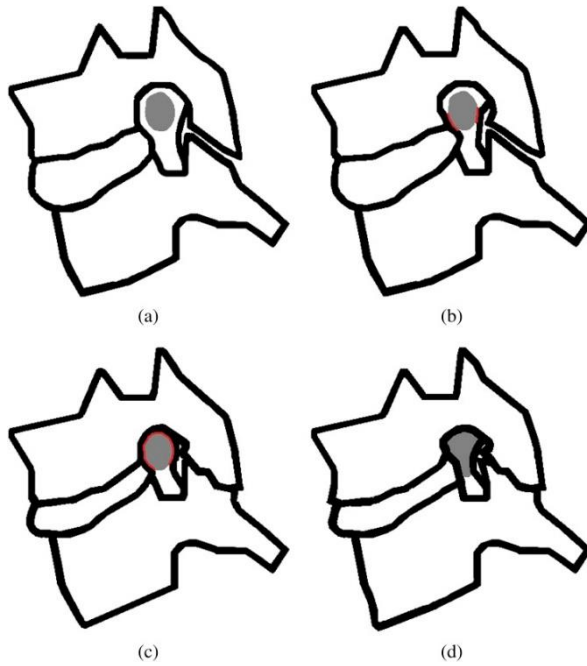


Imagen N°5: sistemas de clasificación para la estenosis foraminal cervical.



(a) Grado 0, plano sagital oblicuo del agujero neural cervical que no muestra estenosis significativa ni obliteración de la grasa perineural. (b) Grado 1, obliteración de grasa perineural leve (por debajo del 50% de la circunferencia de la raíz nerviosa). No se observa ningún cambio morfológico de la raíz nerviosa. (c) Grado 2, obliteración de grasa perineural moderada (por encima del 50% de la circunferencia de la raíz nerviosa). No se observa ningún cambio morfológico de la raíz nerviosa. (d) Grado 3, raíz nerviosa colapsada y cambio morfológico de la raíz nerviosa. También se combina la obliteración de grasa perineural severa.

Park et al. 2013.