



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado**

**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P.
Departamento de Enseñanza**

Tesis para obtener el título de especialista en
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica:

**“Correlación clínica del nuevo sistema para la
estadificación de estenosis foraminal cervical por
resonancia magnética en cortes axiales en secuencia
potenciada en T2.”**

Presenta: Dra. Bianca Viridiana Granados Pinedo.
Asesor de tesis: Dr. Angel Romero Figueroa.
Dra. Laura Margarita Sánchez García.

Ciudad de México, 2017.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dr. Aquiles R. Ayala Ruiz
Jefe de Enseñanza del Centro Médico ABC

Dr. Marco Antonio Téliz Meneses
Profesor Titular del Curso de Especialización de
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.
Jefe del Departamento de Radiología e Imagen
Campus Observatorio.

Dr. Manuel Guerrero Hernández.
Profesor Adjunto Curso de Especialización de
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Dr. Rafael Choza Chenhalls
Sinodal
Jefe del Departamento de Radiología e Imagen
Campus Santa Fe.

Dra. Yeni Fenández de Lara Barrera.
Sinodal
Médico Adscrito de
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Agradecimientos:

A mi familia, amigos, profesores y personas que conocí en el camino que me acompañaron y aconsejaron durante esta gran experiencia.

ÍNDICE

I. Antecedentes.....	6
I.I Anatomía cervical.....	6
I.II Espondilosis cervical.....	8
I.III Radiculopatía cervical.....	9
I.IV Métodos de imagen para el diagnóstico de radiculopatía cervical.....	10
I.V Estenosis neuroforaminal cervical.....	11
II. Planteamiento del problema.....	14
III. Pregunta de Investigación.....	14
IV. Justificación.....	14
V. Objetivos de la investigación.....	14
VI. Metodología.....	15
VI.I Diseño.....	15
VI.II Universo.....	15
VI. III Población de estudio.....	15
VI.IV Lugar.....	15
VI.V Criterios de Selección.....	15
VI.VI Tamaño de muestra.....	15
VI.VII Variables.....	15
VII Plan de análisis.....	16
VIII Recursos.....	16
IX. Consideraciones éticas.....	16
X. Resultados.....	17
XI. Discusión.....	18
XII. Conclusiones.....	18
XIII Referencias Bibliográficas.....	19

I. Antecedentes

I.I Anatomía cervical

La unidad funcional principal de la columna vertebral consiste en dos vértebras y los tejidos blandos que los unen. La porción anterior de la unidad funcional contiene dos cuerpos vertebrales alineados, el disco intervertebral y los ligamentos longitudinales anterior y posterior. La porción posterior consiste en los arcos vertebrales, facetas articulares y los elementos posteriores. Los cuerpos vertebrales resisten cargas compresivas y los discos intervertebrales absorben y distribuyen hidrostáticamente dicha carga (1).

El disco intervertebral tiene mayor altura en el componente ventral que el dorsal, es por este motivo que el disco, y no el cuerpo vertebral, es responsable por el mantenimiento de la lordosis fisiológica. La porción externa del disco está compuesta por un anillo fibroso. Ésta estructura tiene morfología creciente y cuando se visualiza en el plano axial en resonancia magnética tiene mayor grosor en el componente ventral que el dorsal. Ventralmente es multilaminada con múltiples fibras entrecruzadas con orientación alternante, sin embargo, en el lado dorsal solamente presenta una capa fina de fibras de colágeno (2).

La superficie superior del cuerpo vertebral cervical es cóncava de lado a lado y convexa en sentido anteroposterior. La proyección ósea de la superficie superior y lateral del cuerpo vertebral es conocida como el uncus y se articula con el cuerpo vertebral suprayacente a nivel de la articulación uncovertebral de Lushka. Fig. 1 .

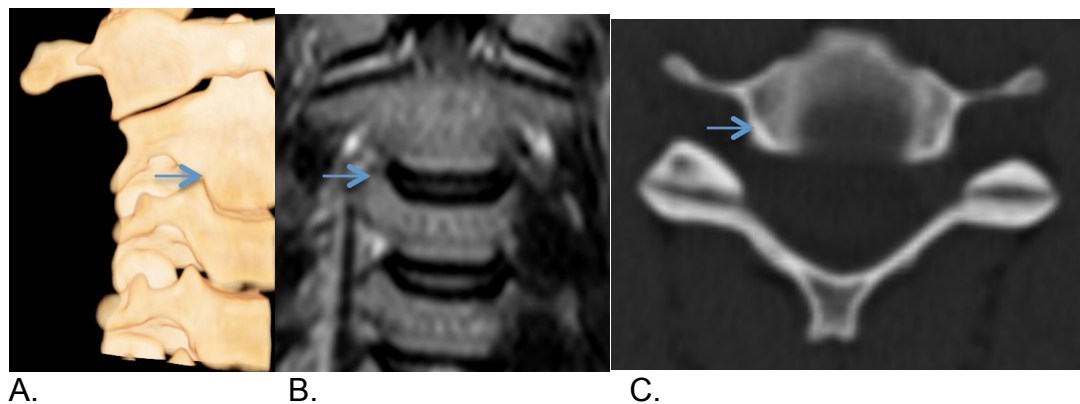


Fig 1. A. Reformato en 3D de TC cervical, B. RM de columna cervical coronal C. TC en corte axial a nivel de la plataforma superior de C3. La proyección ósea de la superficie superior y lateral del cuerpo vertebral es conocida como el uncus (flecha) y se articula con el cuerpo vertebral suprayacente a nivel de la articulación uncovertebral de Lushka.

El pedículo se une por debajo de la articulación uncovertebral en el cuerpo de la vértebra. El neuroforamen está limitado en el aspecto ventral por la articulación uncovertebral y en el lado dorsal por la faceta articular superior del cuerpo vertebral infrayacente. Fig 2. Las facetas articulares son continuaciones de la lámina y se encuentran cubiertas por cartílago hialino en la superficie articular, éstos son los elementos principales que actúan en contra de las fuerzas de rotación o torsión (1).

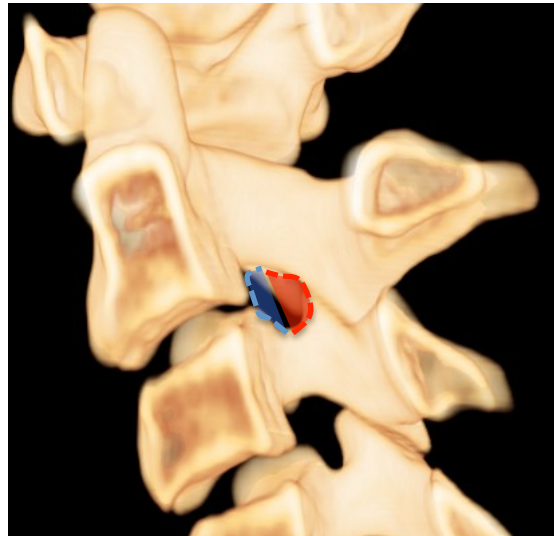


Fig 2. Reformateo en 3D de corte sagital de columna cervical a nivel de C2-C3. El neuroforamen está limitado en el aspecto ventral (línea punteada azul) por la articulación uncovertebral y en el lado dorsal por la faceta articular superior del cuerpo vertebral infrayacente (línea punteada roja).

En resonancia magnética las raíces ventrales y dorsales se identifican en las imágenes axiales y usualmente se visualizan cruzando a través del espacio subaracnoideo (Fig 3). Los planos oblicuos en imagen permiten la visualización óptima de las raíces nerviosas debido a que los neuroforámenes tienen orientación de casi 45° Fig (4). (3)

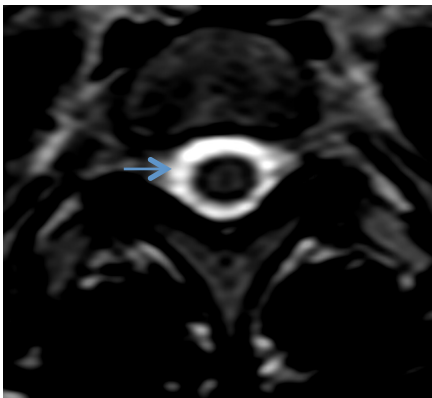


Fig. 3

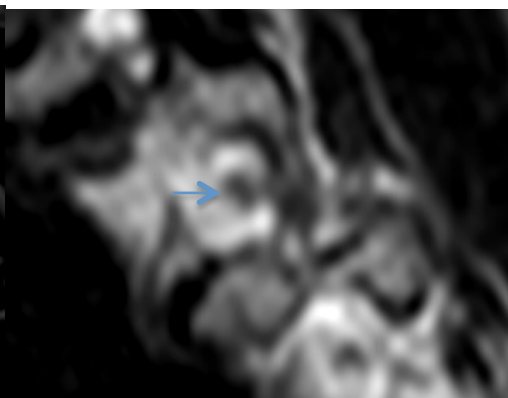


Fig. 4.

Fig.3. Rm corte axial en T2. Se visualizan las raíces ventrales y dorsales como líneas hipointensas cruzando el espacio subaracnoideo. (flecha).
Fig. 4. RM plano oblicuo en T2 donde se visualiza la raíz nerviosa (flecha) cruzando a través del neuroforamen.

El ligamento amarillo es una estructura gruesa (3 mm) que conecta las láminas de cada vértebra adyacente, este tiene un alto contenido de elastina y ejerce una fuerza contráctil sobre los cuerpos vertebrales durante la flexión. Dicha fuerza contráctil mantiene los cuerpos vertebrales juntos y alineados. Fig. 5.

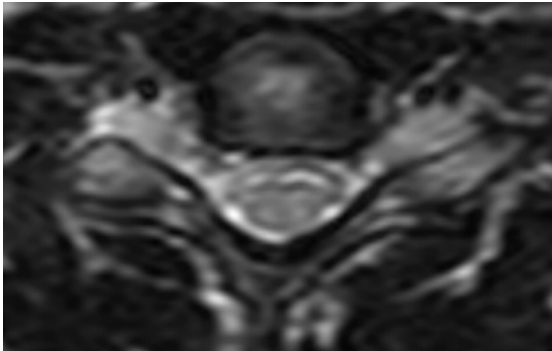


Fig. 5. RM corte axial en T2. Se visualiza el ligamento amarillo como una estructura lineal hipointensa adyacente a las láminas.

I.II Espondilosis cervical

Al inicio de la tercera década de la vida existe una disminución progresiva en el contenido de agua del disco intervertebral la cual ocurre y continúa con la edad. El núcleo pulposos aparece como una masa fibrocartilaginosa indistinta. Asimismo existe disminución en la cantidad de glucosaminoglucanos lo cual de forma consecuente permite que el disco pierda altura y exista abombamiento dorsal hacia el canal espinal. (4)

Conforme existe subsidencia de los cuerpos vertebrales el ligamento flavum y las facetas articulares protruyen dorsalmente y disminuyen las dimensiones del canal y el neuroforamen. La aproximación de los cuerpos vertebrales conlleva a un proceso reactivo en el cuerpo vertebral que produce osteofitos alrededor de los márgenes del disco y a nivel de las articulaciones uncovertebrales y facetarias. Sin embargo los cambios degenerativos del disco intervertebral y cervical difieren de aquellos que afectan la columna lumbar. En la columna cervical el verdadero prolapso discal, así como la herniación del núcleo pulposos, es poco común (5).

Las radiculopatías compresivas ocurren como resultado de una distorsión mecánica de la raíz nerviosa secundaria a hipertrofia de las facetas articulares o de las articulaciones uncovertebrales, protrusión discal, estimulación espondilótica del cuerpo vertebral o una combinación de dichos factores. El contacto de la raíz nerviosa puede conllevar a déficit sensitivo, debilidad motora o dolor radicular. El dolor se relaciona con la compresión mecánica y por la respuesta inflamatoria. (2)

La espondilosis cervical es un término utilizado para describir el proceso degenerativo, que comprende una secuencia de cambios en los discos

intervertebrales, cuerpos vertebrales, facetas articulares y ligamentos de la columna cervical. Existen tres categorías principales de espondilosis cervical: cervicalgia (dolor no irradiado), radiculopatía cervical y mielopatía cervical.

I.III Radiculopatía cervical.

La radiculopatía cervical es un proceso patológico que involucra la raíz nerviosa cervical. Ésta resulta de la compresión e inflamación de la raíz nerviosa, de las raíces cercanas o dentro del neuroforamen cervical. Las raíces nerviosas de C6 y C7 son usualmente las más comúnmente afectadas. (2)

Las causas más comunes de radiculopatía cervical son herniación discal seguida de la espondilosis cervical. Sin embargo hasta el 68% de las causas tienen una combinación de origen discogénico y espondilótico. Son causas menos comunes de radiculopatía: los tumores intra espinales o extra espinales, trauma con avulsión de la raíz nerviosa, quistes sinoviales, quistes meníngeos y fístulas arteriovenosas o arterias vertebrales tortuosas (6).

La radiculopatía cervical puede ocurrir también sin una causa identificable. Otras condiciones que pueden simular radiculopatía cervical, y que deben ser incluidas en los diagnósticos diferenciales, son el atrapamiento del nervio de la extremidad superior, enfermedades primarias del hombro, desórdenes del plexo braquial y neuropatías periféricas.

El dolor suele ser más prominente en la radiculopatía cervical aguda y tiende a disminuir conforme se hace crónica. Clásicamente la radiculopatía aguda se presenta con dolor que se irradia en la distribución de un miotoma. Por ejemplo los pacientes que tienen radiculopatía de C7 usualmente refieren dolor en la región del tríceps más que en la región distal del dermatoma. Los síntomas sensitivos, predominantemente parestesias y adormecimiento, son más comunes que la pérdida motora y disminución de los reflejos (7).

El clínico debe mantener en mente que los síntomas sensitivos frecuentemente no concuerdan con los dermatomas ilustrados en los textos médicos. Henderson et al. revisaron la presentación clínica de la radiculopatía cervical en más de 800 pacientes encontrando que el dolor de brazo está presente hasta en el 99% de los pacientes, asimismo existe déficit sensitivo hasta en un 85%, dolor de cuello 79 %, déficit de los reflejos 71%, déficit motor 68%, dolores de la punta escapular 52%, dolor en el pecho 17% y dolores de cabeza 9%.

La radiculopatía cervical ocurre con mucho más frecuencia que la radiculopatía de la columna lumbar. La incidencia anual aproximadamente es de 85 casos por 100,000 personas. Esta condición afecta principalmente a pacientes en la quinta y sexta década de la vida. No se ha identificado predilección por el género femenino o masculino. El antecedente de trauma es usualmente raro e involucra a menos del 15% de los pacientes (8).

I.IV Métodos de imagen para el diagnóstico de radiculopatía cervical.

El diagnóstico de radiculopatía cervical depende de la correlación de la historia clínica y el examen físico con estudios de imagen. El valor de los estudios de imagen como adyuvantes en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes radiculopatía cervical depende de la capacidad para demostrar las características anatómicas precisas de la compresión de la raíz nerviosa.

Históricamente los clínicos han utilizado la radiografía de columna cervical para inferir compresión de la raíz nerviosa por la presencia de cambios degenerativos, sin embargo se ha demostrado que existe pobre correlación con los cambios degenerativos y los síntomas. Este método es una herramienta de escrutinio en la evaluación de pacientes que se presentan con dolor de cuello y síntomas radiculares, debido a que son poco costosas, tienen disponibilidad y proporcionan información referente al balance sagital, anomalías congénitas, fracturas e inestabilidad. (Fig 7)



A.

B.

Fig. 7 A. Radiografía cervical lateral. Proporciona información sobre la estabilidad cervical, altura de los interespacios y cuerpos vertebrales, sin embargo debido a la orientación de 45° de los forámenes, en esta proyección no es posible evaluarlos. B. Radiografía oblicua. Ésta proyección proporciona información sobre la amplitud foraminal, sin embargo no es posible tener visualización directa de las estructuras neurales que atraviesan el foramen.

Las radiografías cervicales laterales en flexión y extensión, también denominadas proyecciones dinámicas, proporcionan información sobre inestabilidad oculta que puede ser causa de síntomas intermitentes o posicionales. Debido a que la radiografías no pueden visualizar las estructuras neurales, de forma directa o indirectamente, otras modalidades diagnósticas, incluyendo la mielografía, tomografía computada y resonancia magnética son más útiles para la evaluación de la compresión nerviosa.

La tomografía computada permite la visualización directa de las anomalías que causan la compresión de las estructuras neurales. La tomografía incrementa la visualización de la patología lateral así como como la estenosis foraminal. Asimismo presenta resolución espacial y es especialmente útil en la visualización de la región foraminal. Otra ventaja de la tomografía computada es que permite distinguir la compresión neural causada por las estructuras óseas como en el caso de la hipertrofia facetaria lo cual representa gran ventaja para la planeación quirúrgica.

Debido a que la resonancia magnética puede detectar las estructuras neurales directamente y de forma no invasiva, el Colegio Americano de Radiología, recomienda a la RM como el método de estudio de elección para evaluar pacientes con dolor crónico de cuello y en aquellos que tienen signos y síntomas de radiculopatía.

La resonancia magnética puede detectar disrupción ligamentaria y discal la cual no puede ser demostrada adecuadamente por otros métodos de estudio. A pesar de que es considerada el método de imagen de elección para la evaluación de la radiculopatía cervical, se han encontrado anomalías en pacientes asintomáticos. Por este motivo así como el resto de los métodos de imagen, los hallazgos en resonancia magnética deben utilizarse en conjunto con la historia clínica del paciente y los hallazgos en el examen físico.

I.V Estenosis neuroforaminal cervical.

La estenosis neuroforaminal cervical (ENC) se define como el estrechamiento del neuroforamen causado por diversos factores la cual puede condicionar radiculopatía cervical. La ENC puede estar causada por diversos factores anatómicos en los cuales podemos incluir: pérdida en la altura del disco con subsecuente herniación y formación de osteofitos, artrosis, que reduce el diámetro del neuroforamen en sentido anterior; y artrosis facetaria, que lo disminuye en sentido posterior. (9)

La evaluación de la estenosis foraminal por resonancia magnética suele ser demandante debido al pequeño tamaño y susceptibilidad de las partes anatómicas de la columna cervical (10). Diveros reportes han evaluado la estenosis neuroforaminal, sin embargo hasta el momento no existe un método de

evaluación universal aceptado para la evaluación por resonancia magnética lo cual contrasta con los sistemas establecidos para caracterizar la estenosis neuroforaminal lumbar (11).

En el 2015 Sujin Kim y col. crearon un nuevo sistema de clasificación estandarizado para la evaluación de estenosis foraminal cervical por resonancia magnética con la finalidad de comparar los datos obtenidos de distintas investigaciones clínicas lo cual permita apoyar el reporte radiológico y de ésta forma realizar la correlación entre los hallazgos por imagen y los síntomas clínicos durante la práctica diaria. El nuevo sistema de clasificación por resonancia magnética se basa en la evaluación de ENC en imágenes axiales potenciadas en T2. De acuerdo a los resultados el sistema de clasificación demostró adecuada correlación inter e intra observador lo cual lo hace un método confiable para la evaluación y el reporte del grado de ENC (11).

En la nueva clasificación en cortes axiales en T2 la estenosis foraminal cervical se dividió en tres grupos de acuerdo a los hallazgos por resonancia magnética en cortes axiales en T2 a nivel del disco cervical. El grado 0 se refiere a la ausencia de estenosis foraminal, con la parte más estrecha del ancho del neuroforamen siendo más grande que el ancho del nervio extraforaminal a nivel del margen anterior del proceso articular superior. El grado 1 se refiere a una estenosis foraminal moderada: la parte más estrecha del ancho del neuroforamen representa el 51-100% del ancho de la raíz extraforaminal. El grado 2 se refiere a estenosis foraminal severa, cuando el ancho del neuroforamen es igual o menos del ancho de la raíz extraforaminal. Los casos en el que se observa obliteración completa se clasifican como grado 2. El limitante de dicha clasificación es que aún no se ha establecido la correlación de la sintomatología de los pacientes con la severidad de la estenosis foraminal cervical (11).

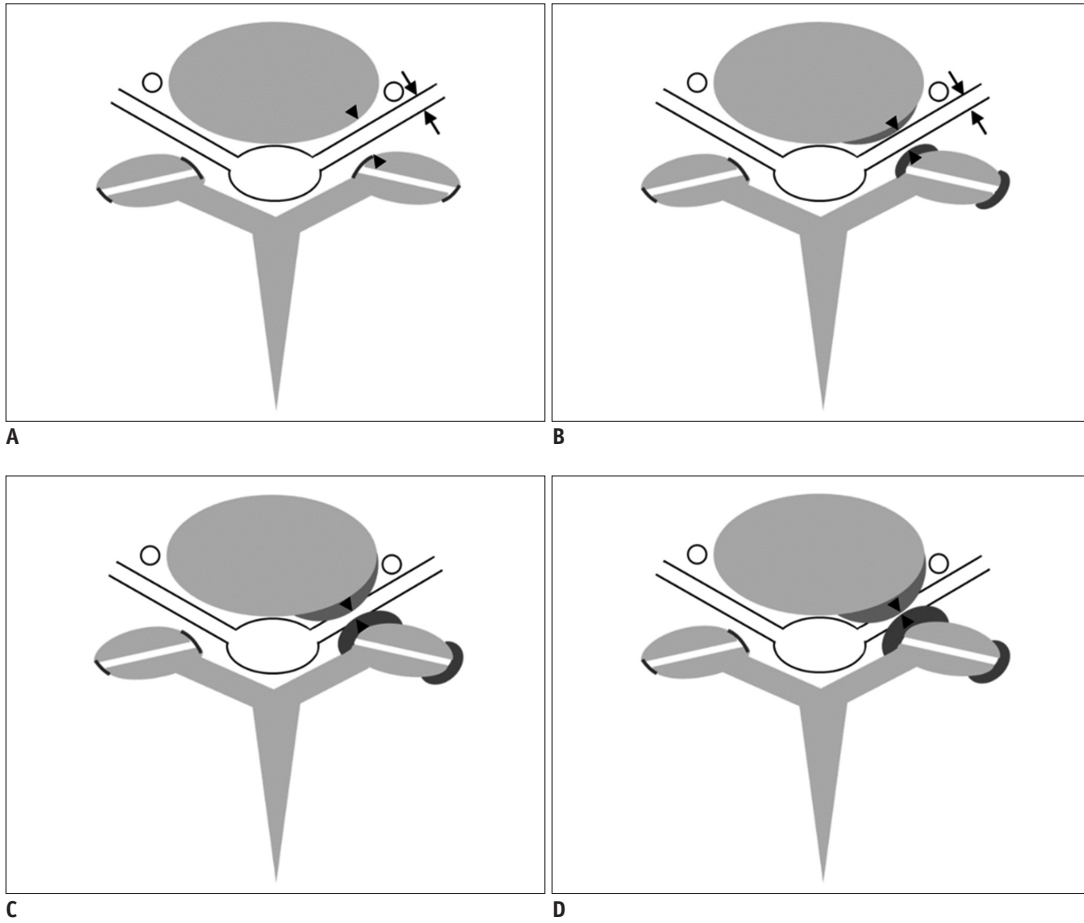


Figura . Diagrama esquemático del sistema de clasificación para la estenosis foraminal cervical en cortes axiales a nivel del disco intervertebral en la columna cervical. Copyright 2015 por The Korean Society of Radiology.

II. Planteamiento del problema

Actualmente no existen sistemas de clasificación de la estenosis foraminal cervical en contraste con los establecidos para caracterizar la estenosis foraminal lumbar. Se requiere de un método estandarizado que permita la correlación entre la nueva clasificación de estenosis foraminal cervical evaluada por resonancia magnética en T2 y la severidad de los síntomas.

III. Pregunta de Investigación

¿Existe correlación entre el grado de estenosis foraminal cervical con la severidad de los síntomas?

IV. Justificación

Es necesario realizar una clasificación de estenosis foraminal que transmita información clínica al médico y se pueda realizar un método estandarizado.

V. Objetivos de la investigación

Elucidar la correlación entre los grados de estenosis foraminal por resonancia magnética en cortes axiales potenciados en T2 y la severidad de los síntomas.

VI. Metodología

VI.I Diseño

Estudio retrospectivo, transversal.

VI.II Universo

Pacientes con estenosis foraminal cervical diagnosticada por resonancia magnética en cortes axiales en T2.

VI. III Población de estudio

Pacientes con estenosis foraminal cervical con síntomas de radiculopatía.

VI. IV Lugar

Centro Médico ABC

VI. V Criterios de Selección

Criterios de inclusión:

Pacientes con estenosis foraminal cervical de cualquier grado por imagen.
Pacientes que sean enviados al servicio de resonancia magnética con diagnóstico de dolor cervical o radiculopatía.

Criterios de exclusión:

Pacientes con antecedente de trauma.
Pacientes con antecedente de neoplasia.

VI.VI Tamaño de muestra

Se evaluaron 166 pacientes (98 hombres y 68 mujeres, con edad media de 46 años) que se realizaron resonancia magnética en cortes axiales de columna cervical.

VI.VII Variables

Demográficas.

Factores etiológicos para estenosis foraminal cervical.
Valoración de grado de estenosis por RM en axial T2.
Severidad de síntomas.

VII Plan de análisis

El neurocirujano evaluó sólo las manifestaciones clínicas y realizó los exámenes neurológicos. El neuro cirujano tiene experiencia en cirugía de columna por más de 20 años. Se consideraron manifestaciones neurológicas clínicas positivas si el paciente mostró parestesia, debilidad de las extremidades, adormecimiento y dolor radicular. Signos neurológicos que se midieron: incluyeron el signo de Lhermitte, signo de Spurling, disminución en la respuesta respuesta de los reflejos tendinosos profundos. Se consideró manifestación neurológica positiva con una o más manifestaciones clínicas neurológicas combinadas con una o más signos neurológicos. Los síntomas de las extremidades inferiores, síntomas de lado contrario a la estenosis o síntomas en otro nivel vertebral que el de la estenosis no se consideraban como manifestaciones neurológicas positivas.

Se utilizarán estadísticas de Kappa para evaluar el acuerdo interobservador de los radiólogos. Asimismo se utilizaron coeficientes de relación para asesorar la relación entre el grado y las manifestaciones neurológicas las cuales serán calculadas con análisis de correlación no paramétrico (Spearman). La relación entre el grado asignado y las manifestaciones clínicas se analizaron de las siguientes formas: nivel vertebral C4-5, C5-6 y C6-7.

VIII. Recursos

Sistema de Archivo digital tipo PACS para la obtención de imágenes de las resonancias magnéticas de cuello.

IX. Consideraciones éticas

Por considerarse un estudio sin riesgo no se requirió consentimiento informado.

X. Resultados

De los pacientes que fueron evaluados por los dos observadores que fueron asignados el grado 0, sólo 19 pacientes (17%) y 20 pacientes (18%) respectivamente, mostraron manifestaciones neurológicas positivas, con la mayoría de los pacientes mostrando manifestaciones neurológicas negativas.

De los pacientes que fueron grado 1 y 2 el primer observador encontró que todos los pacientes y el segundo observador encontró que todos, excepto uno, (100% y 93% respectivamente) tienen manifestaciones neurológicas positivas.

Tabla 1. Distribución de estenosis foraminal por nivel cervical

Clasificación axial en T2										
Nivel vertebral	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		Total	
Observador	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
C4-5	36 (32)	35(31)	4(15)	6(21)	2(13)	1(7)	0(0)	0 (0)	42	42
C5-6	40(35)	41(36)	16(59)	13(47)	9(60)	11(79)	7(64)	7 (64)	72	72
C6-7	37(33)	37(33)	7(26)	9(32)	4(27)	2(14)	4(36)	4 (36)	52	52
Todos	113 (100)	113 (100)	27 (100)	28 (100)	15 (100)	14 (100)	11 (100)	11(100)	166	166
p	0.891	0.781	0.013	0.267	0.074	0.002	0.549	0.549		

Tabla 2. Prevalencia de las manifestaciones neurológicas por grado.

Observador	Parámetro	0	1	2	3	Total
1	Prevalencia	113 (68)	27 (16)	15(9)	11(7)	166 (100)
	Manifestaciones neurológicas positivas	19 (30)	19 (30)	14(22)	11(18)	63 (100)
2	Prevalencia	113 (68)	28 (17)	14 (8)	11(7)	166 (100)
	Manifestaciones neurológicas positivas	20 (32)	19 (30)	13 (21)	11(18)	63 (100)

Tabla 3. Relación interobservador entre radiólogos.

Valor	Nivel vertebral			Edad		Total
	C4-5	C5-6	C6-7	<46	≥46	
κ	0.824	0.887	0.875	0.845	0.898	0.879
p	< 0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

XI. Discusión

La evaluación de la estenosis foraminal cervical utilizando resonancia magnética debe de ser fácil, exacta, consistente y reproducible entre distintos observadores. Un análisis cuantitativo intensivo y laborioso no es práctico en el contexto clínico sin embargo medidas semi cuantitativas ayudan a eliminar alguno de los factores que conllevan a la variabilidad causada por estándares subjetivos. El sistema de Kim ofrece una solución proporcionando un sistema confiable y reproducible para la evaluación de la severidad de la estenosis foraminal cervical. Este nuevo sistema es un método sencillo que permite lograr una evaluación objetiva.

En este estudio la correlación de los interobservadores fue entre 0.824 a 0.887. Se encontró además que existe una mayor prevalencia de los hallazgos de grado III a nivel de C5-6 siendo mucho mayor que el resto de los niveles, en posible relación al mayor rango de movimiento que ocurre a este nivel. Además en este nivel se encontró la mayor cantidad de deformidades del neuroforamen. Además de analizar el nivel de Kim por cada nivel vertebral se asesoró la correlación con las manifestaciones clínicas y los signos de neurológicos. Los valores R de ambos observadores mostraron moderada correlación (0.630 y 0.653) entre el grado y las manifestaciones clínicas.

XII. Conclusiones

El sistema de Kim de estenosis foraminal basado en adquisiciones axiales en T2 proporciona un diagnóstico confiable y reproducible de la severidad de la estenosis foraminal cervical. Además este sistema tiene adecuada correlación con los hallazgos clínicos. Los pacientes que se asignaron al grado 2 o 3 tuvieron de forma consistente hallazgos positivos neurológicos. Sin embargo los pacientes con grado 0 pudieron tener o no manifestaciones neurológicas positivas lo cual clínicamente es poco confiable.

XIII. Referencias Bibliográficas

1. Ali Hassan A. Ali, M. A. (2014). Evaluation of Age Related Changes in Cervical Spine in Saudi Arabian Adult Population: Using CT Scan Images. 28-36.
2. Abbed KM1, C. J. (2007). Cervical radiculopathy: pathophysiology, presentation, and clinical evaluation. Oxford: Neurosurgery.
3. Bharti Khurana, S. E. (2013). Traumatic Thoracolumbar Spine Injuries: What the Spine Surgeon Wants to Know. Radiographics , 2031-2046.
4. Davidm .Y ouseml, S. W. (1990). Degenerativne arrowingo f the cervicasl pinen euralf oramina: Evaluationw ith High-resolutiosnd FT Gradient-echmo R Imaging. American Society of Neuroradiology , 1 202-0229.
5. Khalid M. Abbed, M. J.-V. (2007). Cervical radiculopathy: pathophysiology, presentation, and clinical evaluation. Neurosurgery , S-28–S-34.
6. MD, D. R. (1985). Degenerative Diseases of the vertebral column . Radiology , 3-14.
7. Park H-J, K. S.-Y.-H.-C.-H. (2013). A practical MRI grading system for cervical foraminal stenosis based on oblique sagittal images. . Seoul, Korea: Br J Radiol .
8. Robert J. Rodine, B. D. (2012). Cervical radiculopathy: a systematic review on treatment by spinal manipulation and measurement with the Neck Disability Index. Toronto, Canada: JCCA.
9. Sujin Kim, M. J. (2015). A New MRI Grading System for Cervical Foraminal Stenosis Based on Axial T2-Weighted Images . Seoul , Korea: Korean J Radiol .
10. Wooil Kim a, K.-S. A.-S. (2017). Comparison of MRI grading for cervical neural foraminal stenosis based on axial and oblique sagittal images: Concordance and reliability study . Seoul, Korea: Elsevier Inc. .
11. Yusuhn Kang, J. W. (2011). New MRI Grading System for the Cervical Canal Stenosis . Seoul, Korea: AJR .