



**BUAP**

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
Facultad de Medicina

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Traumatología y Ortopedia  
"Manuel Ávila Camacho"

**Diferencia de la altura del disco intervertebral y la longitud de la columna vertebral previa y posterior a las actividades cotidianas en población sana**

Tesis para obtener el Diploma de  
Especialidad en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Presenta:

**Dr. Jesús Alfredo Castillo Reyes**

Directora de tesis:

**Dra. Santa Portillo Gutiérrez**

Codirector y tutor de tesis:

**Dr. Jorge Quiroz Williams**

Asesor experto e investigador asociado:

**Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios**

Nº de registro (SIRELCIS): **R-2024-2105-014**

Puebla de Zaragoza, Puebla, México. Enero 2025





## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Agradezco a mis padres Carmen y Alfredo, y a mi hermana Natalia, por siempre apoyarme y acompañarme durante toda mi vida, por brindarme su amor, su comprensión y todas las herramientas que he necesitado para poder superar cada reto en este largo camino.

A aquellos amigos que estuvieron conmigo al inicio de esta etapa y a todos los que formé en el camino, que me han apoyado y acompañado durante todo este tiempo lejos de casa.

A mis maestros, los Doctores y Médicos Radiólogos Leonel, Rafa, Octavio, Samuel, y las doctoras y Médicas Radiólogas Silvia, Yasen, Fany, y a todos los doctores de las rotaciones externas que fueron parte de mi formación profesional, gracias por enseñarme a ver el mundo con otros ojos.

En especial a la Dra. Santa, por exigirme dar lo mejor de mí todos los días y por darme el apoyo y creer en mis capacidades.

Y al Dr. Quiroz Williams por guiarme durante el proceso de investigación junto con su equipo de pasantes, por los cuales todo esto se ha podido realizar.

A mis compañeros de generación Cyn, Edna, Ami, Luis, Silvia y Gaby, con los cuales he disfrutado y sufrido todo el proceso para convertirnos en especialistas, ahora los considero amigos y hermanos.

A Mafer y Martín por estar siempre conmigo conservando esa conexión tan única que siempre hemos tenido.

Dedico este trabajo a todos ustedes que forman parte de mí, gracias a ustedes me he convertido en la persona que soy actualmente.



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**



UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
"MANUEL AVILA CAMACHO"

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD


Puebla de Zaragoza, Puebla, a 02 de diciembre de 2024

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS.**


Por medio de la presente hacemos constatar que el trabajo científico "**Diferencia de la altura del disco intervertebral y la longitud de la columna vertebral previa y posterior a las actividades cotidianas en población sana**" con número de registro institucional R-2023-2105-014 realizado por el médico residente **Dr. Jesús Alfredo Castillo Reyes** del curso de especialización en **imagenología diagnóstica y terapéutica** ha sido revisado por la directora, tutor y demás asesores.

Por lo tanto, **autorizamos su impresión.**

  
**Dra. Suemmy Gaytan Fernández**  
Directora de Educación e Investigación en Salud

  
**Dr. Jorge Quiroz Williams**  
Jefe de la División de Investigación en Salud  
Codirector y tutor de tesis

  
**Dr. Luis Enrique Martínez Urbano**  
Jefe de la División de Educación en Salud

  
**Dra. Santa Portillo Gutiérrez**  
Directora de tesis e investigadora principal

  
**Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios**  
Asesor experto e investigador asociado

# IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.

## INVESTIGADORA PRINCIPAL:

**Dra. Santa Portillo Gutiérrez** (Directora de tesis y asesora experta).

Médico No Familiar. Servicio clínico de Radiología Diagnóstica y Terapéutica. Turno Matutino- UMAE HTYO P.

Médico especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica. Profesora titular del curso de especialización médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, BUAP-IMSS.

## INVESTIGADORES ASOCIADOS:

**Dr. Jorge Quiroz Williams** (Codirector y tutor de tesis).

Jefe de la División de Investigación en Salud, UMAE HTYOP.

Especialista en Ortopedia. Maestría en Docencia y Administración de la Educación Superior. Diplomado en Investigación clínica.

Miembro del sistema nacional de investigadores e investigadoras (SNII) del CONAHCyT. Investigador calificado ante el IMSS.

**Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios** (Asesor experto)

Jefe de Servicio de Radiología Diagnóstica y Terapéutica. Turno Matutino- UMAE HTYO P.

Profesor adjunto al curso de especialización médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, BUAP-IMSS.

**Dr. Jesús Alfredo Castillo Reyes** (Tesista)

Médico Residente. Curso de Especialización Médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica. IMSS –BUAP.

# INDICE.

1. Resumen.....	7
2. Marco teórico.....	9
2.1    Introducción.....	9
2.2    Antecedentes Generales.....	11
2.2.1    Anatomía de la columna vertebral.....	11
2.2.1.    Cambios degenerativos de la columna vertebral. ....	13
2.2.2.    Cambios radiológicos del proceso degenerativo de la columna vertebral.	16
2.3.    Antecedentes específicos.....	17
2.3.1.    Cambios morfológicos en la altura del disco intervertebral detectados en RMN en población sana.....	17
2.3.1.1.    Revisión sistemática.....	17
2.3.1.2.    Estado del arte. ....	19
3. Planteamiento del problema.....	21
4. Justificación.....	22
5. Objetivos.....	24
5.1. Objetivo general.....	24
5.2. Objetivos específicos.....	24
6. Hipótesis.....	25
6.1.    Hipótesis de trabajo ( $h_i$ ):.....	25
6.2.    Hipótesis nula ( $h_0$ ):.....	25
6.3.    Hipótesis alternas ( $h_{a1}$ ): .....	25
7. Material y métodos.....	26
7.1.    Diseño de la investigación.....	26
7.2.    Universo de trabajo.....	26
7.2.1.    Población fuente .....	26
7.2.2.    Población elegible .....	26
7.3.    Ubicación temporoespacial.....	26
7.3.1.    Lugar .....	26

7.3.2.	Periodo a realizarse el estudio .....	26
7.4.	Muestra .....	27
7.4.1.	Técnica de muestreo .....	27
7.4.2.	Muestra .....	27
7.5.	Criterios de selección. ....	27
7.5.1.	Criterios de inclusión.....	27
7.5.2.	Criterios de exclusión. ....	27
7.5.3.	Criterios de eliminación. ....	28
7.6.	Variables.....	28
7.6.1.	Definición de variables.....	28
7.6.2.	Operacionalización de variables.....	28
7.7.	Método.....	30
7.7.1.	Procedimiento.....	30
7.7.2.	Recolección de la información. ....	35
7.7.3.	Maniobras para evitar y controlar sesgos. ....	35
7.7.4.	Análisis estadístico.....	36
7.7.5.	Mapa procedimental.....	38
7.8.	Recursos e infraestructura.....	39
7.8.1.	Recursos humanos. ....	39
7.8.2.	Recursos materiales. ....	40
7.8.3.	Recursos financieros. ....	40
8.	Consideraciones éticas. ....	41
9.	Cronograma de actividades. ....	43
10.	Resultados .....	44
11.	Discusión.....	49
12.	Conclusión .....	51
13.	Bibliografía. ....	52
14.	Anexos.....	54
14.1.	<b>ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.</b> .....	54
14.2.	<b>ANEXO 2. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.</b> .....	56

# 1. RESUMEN.

**Antecedentes.** Los cambios en la altura de los discos intersomáticos han sido estudiados previamente por medio de mediciones antropométricas y/o radiográficas (TAC), mostrando algunas diferencias en la talla a diferentes horas. Se creen que cambian la mecánica de la columna, y que estas son dependientes de donde se presente la mayor carga, hipotetizado que se debe a la carga ejercida presión hidrostática dentro del núcleo pulposo y la degeneración por pérdida de los proteoglicanos; también, hay cambios estructurales en el anillo fibroso como parte del parte del proceso degenerativo. Se cree que los pacientes con espondiloartrosis pudieran presentar exacerbación de los síntomas durante el transcurso del día, debido a que disminuye el diámetro de los orificios de conjunción por donde pasa la raíz nerviosa provocando una mayor compresión en esta, traduciéndose clínicamente en exacerbación del dolor.

**Objetivo.** Describir las variaciones de altura del disco intervertebral y la longitud de la columna posterior al reposo y posterior a las actividades físicas cotidianas en población sana.

**Material y Método.** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y longitudinal en población clínicamente sana, con edades de 20 a 30 años, durante el periodo del 01 de mayo al 30 de septiembre de 2024, Sin distinción de sexo y con IMC entre 18.5 a 25. Se les realizó a todos los participantes voluntarios una RM de columna vertebral en la mañana y otra en la noche, para realizar medición de la longitud de los discos intervertebrales, desde C2-C3 hasta L5-S1. Además, se determinó la longitud de la columna. También, se determinó si existe o no abombamientos discales, así como cambios de intensidad en el núcleo pulposo (escala de Pfirrmann). El análisis estadístico se determinó medias y desviación estándar de la media, así como, t-Student. Se tomó como valor estadísticamente significativo a  $P < 0.05$ .

**Resultados:** Se evaluó una muestra de 20 participantes, de los cuales 25% ( $n=5$ ) corresponden al sexo masculino, y 75% ( $n=15$ ) corresponden al sexo femenino. Con una edad media de  $28.2 \pm 2.8$  (rango: 20-30 años).

De manera general, en toda la columna de los participantes, se visualizaron cambios grado III y IV de la escala de Pfirrmann, mayormente en los discos del segmento cervical, con predominio en el sexo femenino, en la región lumbar; de este último, predominantemente a nivel de L4-L5 y L5-S1.

Los abombamientos de los discos intersomáticos fueron más frecuentes en mujeres, de predominio en C3-C4, C4-C5, L3-L4, L4-L5 y L5-S1.

En la valoración de la longitud total de la columna lumbar en hombres tiene una media de  $55.8 \pm 1.9$  cm en el estudio matutino y de  $55.7 \pm 1.9$  cm en el estudio vespertino con una diferencia de 0.1 cm ( $P=0.185$ ). En cambio, en mujeres se presentó una media de  $54 \pm 2.9$  cm en el estudio matutino y una longitud de  $53.2 \pm 3$  cm en el vespertino con una diferencia de 0.8 cm ( $p=0.181$ ).

**Conclusiones:** se encontraron cambios en la altura de la columna vertebral, al comparar RMN realizadas al inicio y al finalizar una jornada laboral en población joven sin patología lumbar, sin embargo, la variación entre la altura no fue significativa. No se observaron cambios en la intensidad de señal de los discos ni mayor abombamiento durante el transcurso del día.

**Palabras claves:** Población sana; disco intervertebral; columna; degeneración discal intervertebral; resonancia magnética.

**Key words:** Healthy poblation; Intervertebral disc; spine; Intervertebral disc degeneration; magnetic resonance imaging.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 INTRODUCCIÓN.

La columna lumbar está compuesta por múltiples componentes que proveen estabilidad estructural y adecuada nutrición del mismo. (Hwang 2016)

Los componentes del disco intervertebral tienen dos propósitos. El núcleo es una estructura hidrofílica que se encuentra contenida por las fibras circunferenciales del anillo fibroso. El núcleo pulposos actúa como amortiguador de la carga entre los platillos terminales de los cuerpos vertebrales, así como ayuda a la distribución de las cargas axiales y rotacionales. (Adams)

Los cambios en la carga ejercida en la columna vertebral durante el día afectan el contenido de agua y altura de los discos intervertebrales. En especímenes cadavéricos que se sometieron a cargas constantes, se demostró un cambio en la altura similar a la fisiológica. Como resultado de este cambio el disco presenta abombamiento y rigidez en la compresión. (Schiedler)

La anatomía y la composición son adecuadamente evaluadas con la resonancia magnética, permitiéndonos visualizar la integridad de las estructuras o los probables cambios degenerativos que presenten. (Adams)

La enfermedad degenerativa discal es una manifestación común en los estudios de imagen de la columna, probablemente relacionado con el envejecimiento fisiológico y en parte atribuible a una condición patológica y en ocasiones no se pueden distinguir entre ambas.

La enfermedad discal degenerativa es una manifestación equitativa entre ambos sexos, desde población joven a edad media, con un incremento cerca de los 40 años.

Está demostrado que la degeneración discal incrementa con la edad. (Scarcia)

La degeneración discal es el proceso natural de envejecimiento caracterizado por cambios químicos y en apariencia de la estructura discal. Esta degeneración puede conducir al dolor lumbar. **(Hadi Mirab)**

El dolor lumbar se considera como la condición que produce mayor discapacidad en el mundo, asociada a un alto costo médico. La lumbalgia aumenta su presentación con la edad, con hasta el 85 % de prevalencia durante la vida y presentando discapacidad hasta en el 8% de la población adulta.

El estudio de imagen por Resonancia Magnética se ha convertido en el método de imagen de elección ya que permite una visualización con mayor resolución del sistema musculoesquelético, aportando información anatómica detallada que complementa el examen físico. La resonancia magnética puede demostrar con claridad las anomalías que afectan la unidad disco vertebral similar a los estudios anatomopatológicos.

A pesar de que la degeneración discal se asocia a lumbalgia, su relación con los cambios degenerativos visibles por resonancia magnética se encuentra aún en discusión, ya que se han encontrado cambios como degeneración por envejecimiento, hernias y fisuras anulares en pacientes asintomáticos.

El uso principal de la resonancia magnética en este contexto es identificar la relación de los hallazgos con los datos clínicos del paciente.

Los trastornos discales como fisuras, los cambios facetarios, cambios en los ligamentos y el tejido paravertebral se encuentran asociados a dolor lumbar y discapacidad. También la radiculopatía (la compresión de la raíz nerviosa) genera dolor, el cual se puede encontrar asociado con cambios osteodegenerativos, degeneración discal y cambios en la mecánica y alineación de la columna.

Por lo que utilizar un método de imagen nos puede orientar al origen y evaluar las demás estructuras relacionadas. (Theodorou)

En este estudio nuestro principal objetivo es obtener las medidas de los cambios en la altura y en el diámetro del disco intervertebral para posteriormente asociarlo con los cambios fisiológicos previos a los cambios degenerativos y sus probables manifestaciones clínicas.

## **2.2 ANTECEDENTES GENERALES.**

### **2.2.1 ANATOMIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL.**

La columna vertebral tiene 3 funciones mayores: soporte estructural, movimiento del tronco y protección de las estructuras neurales. (1)

Dentro de la columna tenemos una unidad funcional constituida por los cuerpos vertebrales, los ligamentos espinales, y las articulaciones facetarias.

La articulación entre dos cuerpos vertebrales es llamada anfiartrosis, conformada por las mesetas vertebrales unidas por el disco intervertebral.

El disco se encuentra formado por el núcleo pulposos, que es la parte central y está compuesto de un 88% de agua y la sustancia fundamental, un compuesto de mucopolisacáridos; y un anillo fibroso, la porción periférica constituido por capas fibrosas concéntricas de orientación oblicua, describiendo un trayecto helicoidal. (2)

El núcleo pulposos se encuentra bajo presión entre dos mesetas vertebrales, su forma esférica nos facilita 3 clases de movimientos: en el plano sagital flexión y extensión, en el plano frontal inflexión lateral y movimientos de rotación, aunado a estos se identifica un leve desplazamiento de las mesetas adyacentes una sobre la otra en el plano en el que se realice el movimiento.

Las presiones que soporta el disco son importantes cuanto más se acerquen al sacro, el núcleo soporta 75% de la carga y el anillo fibroso el otro 25%.

En bipedestación en el disco de L5-S1 la compresión vertical sobre el núcleo pulposos se transmite al anillo fibroso con una fuerza de 28 kg por centímetro lineal y 16 kg por centímetro cuadrado. Cuando se flexiona el tronco la presión es de 58 kg por centímetro cuadrado, durante el regreso a la vertical la fuerza va de 107 kg por centímetro cuadrado.

Aun cuando no se presenta carga el núcleo presenta una presión hacia el llamado estado de pretensión, esta le permite resistir la fuerza ejercida durante la flexión e inflexión. Este estado de pretensión se pierde con la edad, perdiendo así la flexibilidad de la columna en el adulto mayor.

De igual manera la fuerza de compresión discal es mayor cuánto más cerca se encuentren del sacro, estimando que el disco de L5-S1 soporta 2/3 del peso del tronco.

Un disco sano en reposo con una carga de 100 Kg disminuye hasta 1.4 mm de altura y presenta leve ensanchamiento, un disco lesionado disminuye hasta 2 mm con la misma carga y la recuperación de su grosor es incompleta. Esta recuperación incompleta repercute en las articulaciones cigapofisiarias presentando aumento de la amplitud del espacio articular hacia posterior, de este modo la altura se relaciona con un riesgo aumentado de artrosis.

### ***Grosor del disco.***

El grosor es diferente dependiendo de los niveles vertebrales, los discos lumbares son los más gruesos midiendo hasta 9 mm, los torácicos mide 5 mm y los cervicales miden 3 mm.

Esta altura mantiene una relación con la altura del cuerpo vertebral, esta relación es proporcional al movimiento del segmento vertebral, siendo 2:5 en el segmento cervical, el de mayor movilidad, 1:3 en el segmento lumbar y 1:5 en el torácico.

### **2.2.1. CAMBIOS DEGENERATIVOS DE LA COLUMNA VERTEBRAL.**

#### ***Fisiopatología del proceso degenerativo de la columna vertebral. .***

El núcleo pulposo presenta migración del agua que contiene, éste se encuentra central a las mesetas vertebrales adyacente a la parte cartilaginosa, y presenta poros que los comunican. Cuando se ejerce una presión importante el agua del núcleo pasa por los poros hacia la meseta vertebral, si se mantiene la presión el núcleo permanece deshidratado. Disminuyendo así su tamaño con un estimado de pérdida de altura acumulada de 2 cm durante el día, la cual se recupera durante la noche en un periodo de descarga, dónde la hidrofilia del núcleo atrae el líquido de vuelta. (2)

El disco presenta una disminución de altura exponencial al inicio de la curva hasta llegar a unos meses (3), la altura se recupera durante en reposo llamado tiempo de descarga, si los periodos de carga y descarga son repetitivos la altura no se recupera por completo y sucede el fenómeno de envejecimiento del disco intervertebral.

P. A. Vergroesen et al (4) realizaron una revisión de la literatura acerca del envejecimiento y degeneración del disco intervertebral, donde describieron las diferentes causas de degeneración discal y establecieron una relación mecánica-biológica como la causa principal de la degeneración discal. Propusieron un modelo donde los componentes mecánicos, celulares y la matriz extracelular son los principales componentes donde se desarrolla este proceso de degeneración afectando al núcleo pulposo.

Las células en el núcleo pulposo interactúan con la matriz extracelular que las rodea, el cambio de la matriz bajo el comportamiento biomecánico y e estrés en la fisiología celular posterior a este cambio mecánico.

Los principales cambios descritos dentro del núcleo pulposo relacionados con el envejecimiento es la transformación de las células en condrocitos-like los cuales producen colágeno tipo I, y reducen la cantidad de proteoglicanos y colágeno tipo II esenciales el mantenimiento del núcleo pulposo. La matriz extracelular consiste en proteoglicanos y colágeno los cuales condicionan una presión osmótica negativa, lo cual atrae el agua hacia el núcleo, el cambio a un material fibroso como el colágeno tipo I disminuye esta presión osmótica.

Al mismo tiempo que se reduce la cantidad de agua dentro del núcleo, el anillo fibroso se encuentra sometido a mayor carga lo cual abulta las fibras en forma radial. Este estrés aumenta

el riesgo de fracturas en las plataformas vertebrales y la aparición de nódulos de Schmorl. La reducción de los proteoglicanos y la reducción de la presión intradiscal conduce a un aumento en la fuerza de cizallamiento del núcleo y del anillo fibroso, lo cual lleva a una disminución de la altura discal y mayor aumento de las fuerzas. La fuerza mecánica ejercida afecta la función y síntesis de la matriz extracelular, estas fuerzas de compresión propician respuestas catabólicas e inflamatorias, de tal modo incrementa la formación de tejido fibroso rico en colágeno tipo I, el estrés aumenta la formación de óxido nítrico de los condrocitos, esta producción reduce la disminución de los proteoglicanos y aumenta la apoptosis en el cartílago del disco intervertebral. Ante esta pérdida de altura degeneración del núcleo pulposo y anillo fibroso, la plataforma vertebral se encuentra propensa a esclerosis, fracturas y formación de nódulos de Schmorl.

James Dowdell et al (5) realizó un análisis de la literatura donde describe el proceso de envejecimiento del disco intervertebral. La nutrición del disco se debe a un gradiente de difusión de glucosa, oxígeno y otras macromoléculas, las células dentro del núcleo pulposo se encuentran lejos del suministro sanguíneo llevándolo a una baja tensión de oxígeno, lo que propicia un microambiente con una concentración alta de ácido láctico y un pH menor, lo que puede tener efectos negativos en la función celular.

El envejecimiento y degeneración se debe a una disminución de la permeabilidad de las plataformas cartilaginosas y del suministro sanguíneo, llevando a cambios que favorecen el catabolismo. Los proteoglicanos disminuyen con la edad llevando a un disco menor hidratado, el cual presenta alteración de las propiedades biomecánicas.

Atribuyeron la degeneración a factores ambientales y genéticos. La enfermedad discal degenerativa incluye una disminución progresiva del suplemento de nutrientes y cambios en la matriz extracelular, que debilita el tejido y afecta el metabolismo celular. La calcificación de las plataformas vertebrales también se describe como factor en la disminución de aporte sanguíneo. Describieron factores genéticos como polimorfismos en varios genes que favorecen el catabolismo y pueden contribuir a la degeneración discal.

Los factores ambientales con impacto en la patogénesis previamente se relacionaban al desgaste y la carga, el cual implica un factor menor en la degeneración. El índice de masa corporal  $>25 \text{ kg/m}^2$ , la enfermedad cardiovascular con aterosclerosis, los estados proinflamatorios con

incremento de IL-6 y el tabaquismo son los factores ambientales con mayor relación con la degeneración discal.

Los factores bioquímicos más importante es el incremento en la degradación de agregados y proteoglicanos lo que lleva al disc a una pérdida de hidratación, lo que altera la biomecánica. La deshidratación del núcleo pulposo fuerza al anillo fibroso a resistir la compresión directa. El anillo fibroso resiste mejor la fuerza de tensión que la de compresión, las fuerzas de compresión lo vuelven rígido y débil y desencadena el proceso degenerativo.

El estrés excesivo altera la homeostasis y desencadena la cascada degenerativa llevando a una reacción inflamatoria y crea un ambiente catabólico y lleva a la matriz extracelular a generar productos de degradación, las metaloproteinasas de la matriz, las cuales se encontrarán aumentadas en el proceso de degeneración discal.

EL envejecimiento celular se encuentra asociado con la enfermedad discal degenerativa. El envejecimiento muestra cambios en la morfología celular, agrupación e incremento de tamaño, así como aplanamiento y vacuolización. Estas células tienen una mala respuesta mitótica y secretan citocinas proinflamatorias y proteasas de degradación de la matriz.

### **2.2.2. CAMBIOS RADIOLÓGICOS DEL PROCESO DEGENERATIVO DE LA COLUMNA VETREBRAL.**

James F. Griffith et al (6) desarrollaron una clasificación basade en la clasificación de Pfirmann con el objetivo de crear un sistema modificado que sea confiable en la evaluación de la degeneración discal en pacientes mayores. Su modelo consiste en una clasificación de 8 niveles donde se describen y ejemplifican los cambios del disco intervertebral. Se estudiaron 260 discos intervertebrales en 52 sujetos con una edad media de 73 años y un rango de edad de 67-83 años. El sistema modificado de clasificación de la degeneración discal de la columna lumbar propone 8 grados en los cuales describe la intensidad de señal del núcleo pulposo y las fibras internas del anillo fibroso, la distinción de las fibras internas y externas del anillo y la altura discal, y son descritos de la siguiente manera: grado 1, uniformemente hiperintensa igual al LCR con altura normal; grado 2, apariencia hiperintensa mayor a la grasa presaca pero menor al LCR y altura normal; grado 3 hiperintensa pero menor a la grasa presaca, aún se distinguen las fibras del anillo fibroso y la altura es normal. A partir del grado 4 las fibras del anillo fibroso ya no son distinguibles. Grado 4 levemente hiperintenso, mayor al anillo fibroso y la altura es normal; grado 5 hipointenso, igual a las fibras del anillo; grado 6 hipointenso con disminución <30% de la altura discal; grado 7, hipointenso con disminución del 30-60% de la altura discal y grado 8, hipointenso. >60% de pérdida de altura discal. El estudio concluye en una buena relación intraobservador e interobservador, siendo una clasificación confiable y reproducible.

Analizando los cambios morfológicos que se presentan en el disco intervertebral da pie a investigaciones futuras para la evaluación de la progresión.

## 2.3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

### 2.3.1. CAMBIOS MORFOLOGICOS EN LA ALTURA DEL DISCO INTERVERTEBRAL DETECTADOS EN RMN EN POBLACIÓN SANA.

#### 2.3.1.1. REVISION SISTEMÁTICA.

- **P**aciente o Problema: **población sana**.
- **(I)**ntervención, estrategia, tratamiento, factor de **(E)**xposición, factor pronóstico, o prueba diagnóstica: **RMN**
- **(C)**omparación o control (ej: terapia alternativa, placebo)\*:
- **(O)**utcome, desenlace o evento: **Cambios morfológicos de la altura del disco intervertebral**.
- **(T)** tiempo en el que se espera ocurra el desenlace\*:

\*opcional.

Derivado de esta estrategia se genera la siguiente pregunta PICO:

¿Cuál es la precisión de la RMN para detectar cambios morfológicos de la altura del disco intervertebral en población sana?

La búsqueda se realizó en tres bases de datos electrónicas, utilizando dos elementos de la pregunta: (P), (I/E) u (O).

La búsqueda sistemática se realiza en las bases de datos electrónicas PUBMED y Google Scholar, utilizando cuatro elementos de la pregunta: (P), (I), (C) u (O) (Tabla 1).

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MESH
<b>P</b>	Población sana		Healthy poblation
<b>O</b>	Cambios morfológicos	Intervertebral disc height Lumbar spine sagittal alignment	Intervertebral disc degeneration

**Tabla 1.** Palabras claves (términos MESH) que fueron los elementos de la pregunta PICO, utilizado para la revisión sistemática

Posterior a la selección de términos MESH y a la búsqueda de artículos médicos en las bases de datos electrónica, se procedió a realizar una selección de artículos (Tabla 2). Se eliminaron citas duplicadas y se excluyeron aquellas no relacionadas con la pregunta PICO. Los artículos que fueron seleccionados son los que tuvieron texto completo y que cumplieron con los criterios de selección.

<b>Criterios de inclusión</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Artículos que hablen de los cambios morfológicos y/o del equilibrio sagital de la columna vertebral en individuos sanos.</li> <li>2. Publicaciones en idiomas en inglés y/o español</li> <li>3. Periodo de publicación de 2010 al 2023.</li> <li>4. Estudios clínicos: ensayos clínicos aleatorizados, estudios observacionales, estudios de cohorte, casos y controles.</li> </ol>
<b>Criterios de exclusión</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Artículos que realicen mediciones del equilibrio sagital en población con padecimientos degenerativos y/o traumáticos.</li> <li>2. Artículos que no realicen medición de la altura del disco intervertebral.</li> <li>3. Periodo de publicación anterior al 2010.</li> <li>4. Idioma diferente al inglés y/o español.</li> <li>5. Estudios de revisión de la literatura (<i>narrative review</i>).</li> </ol>

**Tabla 2.** Criterios de selección de los artículos de texto completo.

En el proceso de selección se resumen en la siguiente tabla:

<b>Identificación</b>	Número total de citas identificadas: 315
	Número de citas identificadas por cada base de datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PubMed: 125</li> <li>• Google Scholar: 190</li> </ul>
<b>Tamizaje</b>	Número de citas duplicadas: 14
	Número total de citas excluidas basadas en el título y resumen: 300
	Número total de artículos de texto completo recuperados: 24
<b>Elegibilidad</b>	Número de artículos de texto completo que se excluyeron: 20
<b>Inclusión</b>	Número total de artículos incluidos en la revisión: 4

**Tabla 3.** Proceso de selección.

### 2.3.1.2. ESTADO DEL ARTE.

A manera de resumen de los artículos seleccionados en la revisión sistemática, se establece una redacción del estado del arte.

**N. M. Salamon y cols** (8) determinaron la correlación de los parámetros antropométricos (edad, índice de masa corporal, peso y longitud) y morfométricos (altura del disco, altura del cuerpo vertebral y grosor de la grasa subcutánea, en la MRI de columna lumbar. En este estudio se concluyó que la altura discal fue positivamente relacionada con la altura y peso en todos los niveles: cuando alguien es más largo (alto), la longitud (altura) del cuerpo vertebral y disco intersomático también serán elevados o mayores. En ese estudio hubo una correlación negativa entre la altura discal y la edad en los niveles L3-L4 y L4-L5, mostrando cambios degenerativos precoces debido a la carga mayor. Con la edad la altura del cuerpo vertebral disminuye por cambios seniles u osteoporosis postmenopáusica u otras causas de disminución de la densidad ósea. No encontró correlación entre el IMC y la altura de los cuerpos vertebrales ni discales. No hay correlación entre el grosor de la grasa subcutánea y la altura discal ni vertebral. La grasa subcutánea no parece tener una influencia a corto plazo en la altura discal.

**T. Zhu et al** (9) encontraron que la altura del disco intervertebral disminuye la longitud durante el día y la recuperan durante la noche. Este cambio de altura es atribuido a la variación de agua que contiene el disco intervertebral. El cálculo de la relajación de T2 en el mapeo-T2 cuantitativo nos proporciona información de la composición del disco intervertebral, particularmente agua. El disco normal mostró cambios periódicos de los valores de T2 durante el día, el cual decrece significativamente con la edad y los cambios degenerativos.

**Sayed Mohammad Hadi Mriad et al** (10) describen que la degeneración discal se caracteriza por cambios en la apariencia y el componente químico intradiscal. Obtuvieron varias medidas del disco en una sola toma, describiendo la altura anterior media y posterior promedio y al diámetro anteroposterior y transversal. Analizaron 34 pacientes de los cuales solo 7 hombres y 7 mujeres presentaron características normales de los discos intervertebrales, con una media de edad de 48 años en hombres y 47 años en mujeres. Concluyen que estos cambios son seguidos por dolor.

**Konrad Bach et al** (7) realizan una investigación en población sana para establecer los valores normales de los discos intervertebrales normales en pacientes sanos de diferentes grupos de edad utilizando estudios de tomografía. Se analizaron 240 estudios de tomografía en pacientes sanos que se realizaron una tomografía abdominal por alguna otra razón ajena a la patología vertebral, todos

los pacientes con patología de columna fueron excluidos. Realizaron medidas en el borde anterior, centro y borde posterior del disco intervertebral en el plano medio sagital y se compararon los estudios contra la edad y el sexo. La edad promedio fue de 45 años con pacientes de 14 a 83 años en mujeres, y un promedio de 48 años con pacientes con edad de 14 a 89 años en hombres. Los resultados obtenidos fue una altura promedio de la altura discal lumbar fue de 5.6 +/- 1.1 mm en hombres y de 4.8 +/- 0.8 mm en mujeres. Concluyen que la variación del disco esta predominantemente determinada por el sexo que por la edad.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los cambios en la altura de los discos intersomáticos tanto como de la columna vertebral han sido estudiados previamente por diversos autores (3), realizando mediciones antropométricas, con el fin de establecer diferencias en la talla a diferentes horas, sobre todo en la mañana, así como en la noche (posteriores al ejercicio de alto impacto) (11). Algunos otros han realizado mediciones en tomografías de columna o abdomen, determinando diferencias en la talla al final del día (7) Otros autores han reportado cambios degenerativos tanto cualitativos como cuantitativos por RM (12).

De manera general, la variabilidad que se ha descrito es en la talla, que durante el día hay una disminución aproximada de 19 mm, atribuido a cambios de altura del disco intersomático; se reporta que existe una disminución de 1.5 mm de la altura de cada disco intervertebral de la columna lumbar (13).

Las variaciones de altura intervertebral se creen que cambian la mecánica de la columna, y que estas son dependientes de donde se presente la mayor carga (3). Tras esta variabilidad de la altura intersomática, se ha hipotetizado que se debe a la carga ejercida sobre el disco, la presión hidrostática dentro del núcleo pulposo y la degeneración por pérdida de los proteoglicanos (14).

Se ha comprobado que la deshidratación del núcleo pulposo y de los cambios estructurales del anillo fibroso son parte del proceso degenerativo del cuerpo humano, traduciendo pérdida de la altura (5).

De acuerdo con estas teorías, se cree que los pacientes con espondiloartrosis pudieran presentar exacerbación de los síntomas durante el transcurso del día, debido a que disminuye el diámetro de los orificios de conjunción por donde pasa la raíz nerviosa provocando una mayor compresión en esta, traduciéndose clínicamente en exacerbación del dolor (3).

Por lo tanto, nos realizamos la siguiente **pregunta de investigación**:

¿Cuáles son los cambios radiológicos por RM que se observarán en población sana a diferentes horarios?

## 4. JUSTIFICACIÓN.

La medición por RM nos permite obtener una medición más precisa de las estructuras, sobre todo de las partes blandas. Las imágenes para valoración de la columna vertebral dan una sugerencia de posibles compresiones radicales, sobre todo cuando se encuentran cambios de la intensidad en los discos intersomáticos, ya que posiblemente se asocien a una compresión radicular clínica, sobre todo en aquellos donde se observe un “disco negro” o “disco deshidratado” (15).

La determinación de la posible pérdida de altura del disco intersomático vertebral y por ende de la talla en general del individuo, además se podrá evidenciar que la columna vertebral a estar sometida durante el día a diferentes cargas axiales presentará alteraciones estructurales en el anillo fibroso y del núcleo pulposo,

Del mismo modo nos permite valorar los demás cambios que se puedan presentar, desde el cambio de altura, cambios de intensidad de señal en el núcleo pulposo, abombamiento discal en sentido anteroposterior y su proyección en sentido posterior, cambios en las articulaciones facetarias y los ligamentos longitudinales de la columna.

Una vez realizadas las mediciones podemos estimar estos cambios y aplicarlos en pacientes que presenten lumbalgia con un estudio inicial de resonancia normal y poder elegir con mayor precisión el horario o las condiciones óptimas para las tomas de estudio.

El correcto abordaje del paciente nos llevó a un diagnóstico y tratamiento temprano pudiendo así evitar realizar múltiples estudios y disminuir la inactividad, así como las probables complicaciones de los pacientes.

La finalidad de este estudio fue dar conocer el comportamiento fisiológico de la altura discal para dar más información a futuros estudios en cuanto a su relación con la biomecánica, así como seguimiento de los cambios discales asociados a las actividades físicas cotidianas y la carga axial que estas presentan.

La factibilidad para realizar este estudio es que contamos con una población aparentemente sana, que fueron los médicos residentes de esta unidad, la cual se realizó la invitación a participar voluntariamente. Se contó con un resonador de 1.5 Teslas. Los estudios los realizó el personal a cargo de la resonancia, pero la interpretación la realizó solo un solo médico especialista en radiología.

Este estudio fue viable, ya que, al someter a un individuo a una resonancia magnética, no se expondrá a una fuente de radiación ionizante, sino a un campo magnético, no produciendo efectos estocásticos en el participante del estudio. La investigación se realizó siguiendo los principios bioéticos que rigen la investigación clínica en seres humanos.

## **5. OBJETIVOS.**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Describir las variaciones de altura del disco intervertebral y la longitud de la columna posterior al reposo y posterior a las actividades físicas cotidianas en población sana.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Describir las características demográficas de los participantes.
- Medir la altura y peso, así como determinar el IMC de todos los participantes.
- Indagar mediante una encuesta el tiempo que toman los participantes en realizar diversas actividades durante un día cotidiano.
- Realizar la RMN de columna vertebral al inicio y al final de un día de actividades rutinarias.
- Caracterizar la apariencia radiológica según la clasificación de Pfirrmann en la columna lumbar y cervical.
- Realizar la descripción de la apariencia radiológica de los discos intervertebrales torácicos.
- Medir la altura la altura del disco intervertebral en las RMN de los participantes.
- Describir los cambios observados en el disco intervertebral por regiones en las RMN de los participantes.

## **6. HIPÓTESIS.**

### **6.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO ( $H_1$ ):**

Se observará una disminución de la altura discal, así como disminución de la longitud de la columna vertebral en las medidas realizadas por RMN al final del día en la mayoría de los participantes.

### **6.2. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):**

No se observará una disminución de la altura discal ni una disminución de la longitud de la columna vertebral en las medidas realizadas por RMN al final del día en la mayoría de los participantes.

### **6.3. HIPÓTESIS ALTERNAS ( $H_{a1}$ ):**

No habrá diferencias significativas en la altura y en la apariencia radiológica del disco intervertebral según el reposo y la actividad física habitual y momento de adquisición del estudio de resonancia magnética.

## **7. MATERIAL Y METODOS.**

### **7.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Por la maniobra del investigador: **Observacional.**

Por su propósito: **Descriptivo**

Por el número de evaluaciones en el tiempo: **Longitudinal.**

Por su población: **Homodémico.**

Por su temporalidad: **Prospectivo.**

### **7.2. UNIVERSO DE TRABAJO.**

#### **7.2.1. Población fuente**

Población derechohabiente adscrita a este hospital.

#### **7.2.2. Población elegible**

Población derechohabiente voluntaria clínicamente sana.

### **7.3. UBICACIÓN TEMPOROESPACIAL.**

#### **7.3.1. Lugar**

Servicio de imagenología y radiodiagnóstico de la unidad, turnos matutino y nocturno, de la UMAE Hospital de traumatología y ortopedia “Manuel Ávila Camacho”, perteneciente al IMSS. Localización del servicio en la planta baja. Domicilio de la UMAE: Avenida Diagonal Defensores de la República SN esquina con avenida 6 poniente, colonia Amor, Puebla de Zaragoza, Puebla, México. CP 72810. Teléfono: 22 224 3307 Ext. 110

#### **7.3.2. Periodo a realizarse el estudio**

01 de mayo al 30 de septiembre de 2024.

## **7.4. MUESTRA.**

### **7.4.1. Técnica de muestreo**

no probabilístico a conveniencia.

### **7.4.2. Muestra**

No se realizó ya que se tomó la totalidad de los participantes que de manera voluntaria deseen participar en el estudio.

## **7.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

### **7.5.1. Criterios de inclusión.**

- Pacientes con edades entre 20 a 30 años.
- Sin distinción de sexo.
- Índice de masa corporal entre 18.5 a 25 kg/m<sup>2</sup>.
- Participantes femeninas sin sospecha y/o diagnóstico de embarazo.
- Clínicamente sanos.
- Sin antecedentes de claustrofobia.
- Sin deformidades o enfermedades congénitas a nivel de las extremidades pélvicas y en la columna.
- Que deseen participar de manera voluntaria y que firmen la carta de consentimiento informado.
- No se realiza distinción entre pacientes sedentarios con aquellos que realizan actividad física.

### **7.5.2. Criterios de exclusión.**

- Individuos con edades menores de 20 años, así como mayores de 30 años.
- Antecedente de presentar o haber presentado lumbalgia a 6 meses previos al estudio.
- Antecedente de fracturas en la columna en cualquier nivel.
- Antecedente de procedimiento quirúrgico de la columna en cualquier nivel.

- Procedimientos quirúrgicos con colocación de material de osteosíntesis o dispositivo metálico en cualquier parte de la economía incompatible con el estudio de resonancia magnética.
- Enfermedades crónico-degenerativas (diabetes mellitus 2, hipertensión arterial, hiper/hipotiroidismo, Enfermedad renal crónica).
- Tabaquismo.
- Individuos con mielomeningocele o enfermedades congénitas del tubo neural.
- Individuos con secuelas de displasia del desarrollo de la cadera o pie equino varo.
- Individuos con enfermedades angulares de las rodillas.
- Acortamiento evidente de miembros pélvicos.
- Portadores de marcapasos.
- Sujetos que no deseen participar o que no firmen la carta de consentimiento informado.

### **7.5.3. Criterios de eliminación.**

- Hallazgos de proceso degenerativas de la columna.
- Antecedente de malformaciones congénita de la columna (defectos del cierre del tubo neural).
- Diagnóstico de escoliosis.
- Datos imagenológicos de degeneración discal (cambios Pfirrmann grado 6).

## **7.6. VARIABLES.**

### **7.6.1. Definición de variables.**

- **Variable independiente:** variaciones de la altura del disco intervertebral y longitud de la columna vertebral.
- **Variable dependiente:** persona sana
- **Variables sociodemográficas:** edad, altura, peso, sexo, IMC.

### **7.6.2. Operacionalización de variables.**

*Variables demográficas.*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>Edad</b>	Lapso que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Edad de los participantes al momento del estudio	Cuantitativa discreta	Años
<b>Sexo</b>	características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Sexo de los participantes del estudio	Cualitativa Nominal Dicotómica	Masculino Femenino
<b>Talla</b>	Altura que tiene un individuo desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones en bipedestación.	Determinación de la talla, estipulada en metros, de los participantes en la mañana y en la noche en un mismo día.	Cuantitativa continua	Metros
<b>Peso</b>	Es la forma de medir la fuerza gravitatoria universal ejercida sobre la masa del cuerpo de una persona	Determinación del peso, estipulada en kilogramos, de los participantes en la mañana y en la noche en un mismo día.	Cuantitativa continua	Kilogramos
<b>IMC</b>	Es el peso de una persona en kilogramos dividido por el cuadrado de la estatura en metros. El IMC es un método de evaluación fácil y económico para la categoría de peso: bajo peso, peso saludable, sobrepeso, y obesidad.	Determinación del IMC de los participantes en la mañana y en la noche en un mismo día.	Cuantitativa continua	Puntos de IMC

**Persona sana**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>Tiempo de sueño</b>	Las horas necesarias de sueño que nos permiten estar bien durante el día, sin sentir somnolencia hasta la noche siguiente.	Estimación de las horas que el participante duerme en un día habitual	Cuantitativa discreta	Horas.
<b>Tiempo de sedestación</b>	Posición en la que el ser humano mantiene la verticalidad a través del apoyo de su pelvis sobre la base de sustentación, total o parcial.	Estimación de las horas que el participante permanece sentado durante un día habitual	Cuantitativa discreta	Horas
<b>Tiempo de bipedestación</b>	Es la posición de verticalidad a través del apoyo de los miembros inferiores, total o parcialmente hacia los acetábulos sobre la base de sustentación	Estimación de las horas que el participante permanece de pie durante un día habitual	Cuantitativa discreta	Horas
<b>Actividad física cotidiana</b>	La actividad física hace referencia a todo movimiento, incluso durante el tiempo de ocio, para desplazarse a determinados lugares y desde ellos, o como parte del trabajo de una persona.	Estimación de las horas que el participante realiza alguna actividad física cotidiana como... durante un día habitual	Cuantitativa discreta	Horas

<b>Actividad deportiva cotidiana</b>	Es el conjunto de acciones relacionadas con la práctica metódica del ejercicio físico.	Estimación de las horas que el participante actividad deportiva, durante un día habitual	Cuantitativa discreta	Horas
--------------------------------------	--	--	-----------------------	-------

***Variaciones de la altura del disco intervertebral y longitud de la columna vertebral.***

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>Altura del disco intervertebral</b>	Grosor del disco intervertebral en el eje craneo caudal que se encuentra entre el cartílago articular de la placa terminal de un cuerpo vertebral a otro adyacente.	Medición de la altura del disco intervertebral, en la RM matutina como nocturna, la cual se realizará en el corte , donde se tomará la altura máxima de l núcleo pulposo de C2-C3 hasta L5-S1	Cuantitativa continua	Milímetros.
<b>Longitud de la columna vertebral.</b>	Determina la distancia en centímetros que hay entre dos puntos.	Medición realizada desde el borde superior del atlas (C1) hasta el borde mas caudal del platillo inferior de L5.	Cuantitativa Continua	Centímetros
<b>Abombamiento discal</b>	Desplazamiento distal del contenido del disco hacia los límites del espacio del disco intervertebral de manera difusa.	Presencia o ausencia de abombamiento discal en las mediciones, tanto matutinas como vespertinas de las RM en los participantes.	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No
<b>Desplazamiento del abombamiento discal</b>	Aumento de presión interna que se transmite lateralmente hacia las fibras y aumenta la tensión del anillo fibroso	Medición en milímetros, en caso de presentarse abombamiento discal en las mediciones matutinas como nocturnas de las RM de los participantes.	Cuantitativa continua	Milímetros
<b>Cambios de intensidad en el núcleo pulposo</b>	Apariencia hiperintensa o hipointensa y la distinción de las interfases entre los componentes del disco.	Intensidad de señal del disco y las distinciones entre el núcleo pulposo y el anillo fibroso, medidos con la escala de Pfirrmann modificada.	Cualitativa Ordinal	Grado 1 Grado 2 Grado 3. Grado 4 Grado 5 Grado 6 Grado 7 Grado 8
<b>Carga en el anillo fibroso</b>	Fuerza de compresión en sentido vertical sobre el disco.	Medición de la longitud anteroposterior del disco intervertebral en plano medio sagital.	Cuantitativa Continua	Milímetros

## **7.7. MÉTODO.**

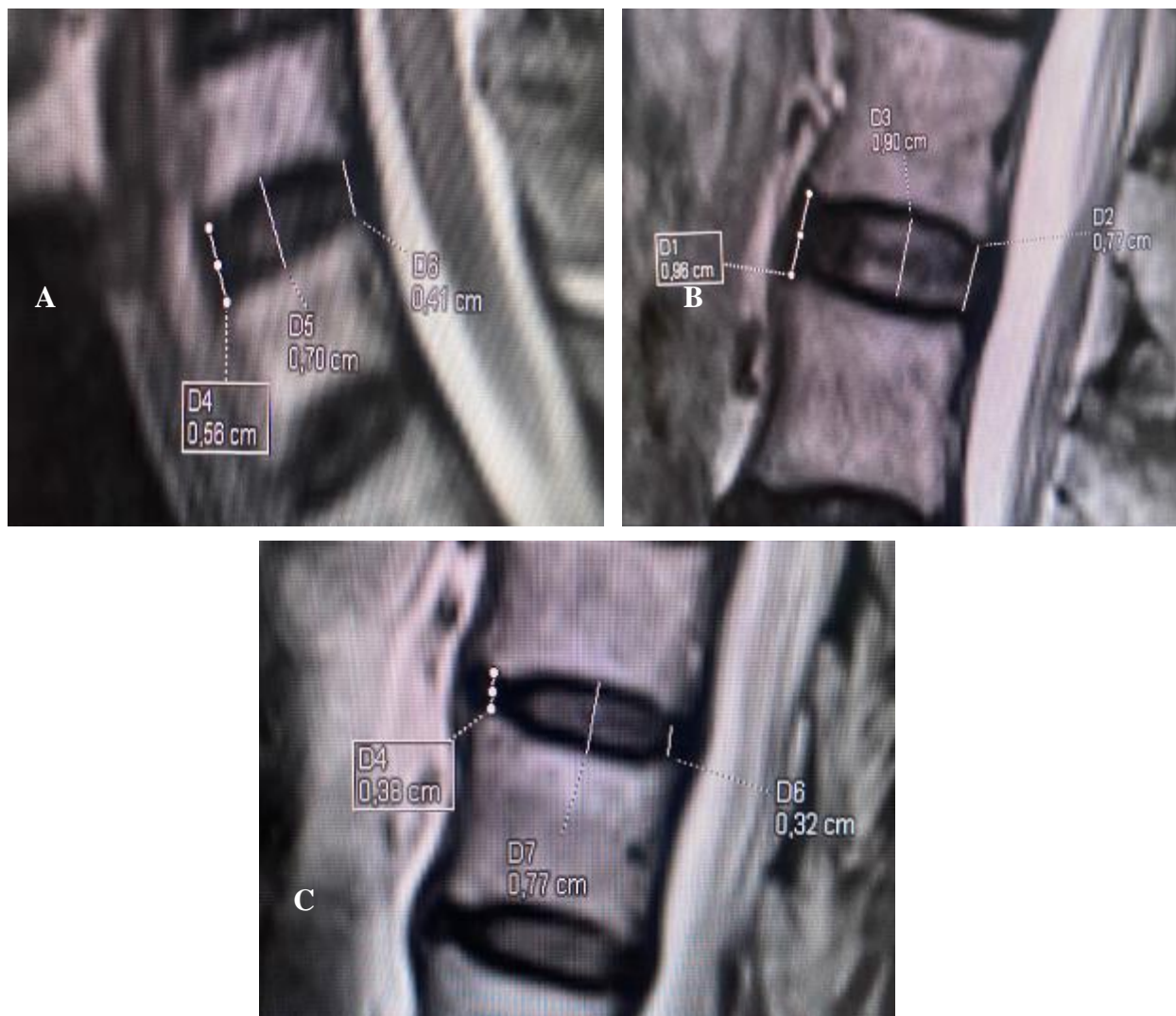
### **7.7.1. Procedimiento.**

- a) Primeramente, el presente protocolo de investigación se sometió a revisión y a aprobación/autorización ante los comités de investigación, así como ética en investigación en salud de la UMAE. Se realizó a través de la plataforma electrónica de

registro de la coordinación de investigación en salud del IMSS (SIRELCIS), para obtener un número de registro institucional que avala el desarrollo de la investigación.

- b) Una vez autorizado/aprobado el protocolo de investigación, se procedió al reclutamiento de los participantes. Se buscaron a individuos sanos, que cumplan con los criterios de inclusión. A quienes cumplan con dichos criterios, se les dio una plática informativa, donde se les dio a conocer el objetivo, así como los riesgos y beneficios del estudio. A quienes acepten participar de manera voluntaria, se les dio una carta de consentimiento informado (anexo 1) a firmar, donde asentaron su participación.
- c) A todos los individuos que participaron en este estudio se les realizó la determinación de medidas antropométricas (talla, peso e IMC). Para esta actividad los participantes debieron tener un mínimo de seis horas previas de descanso. Para esta actividad se realizó con auxilio de una sola bascula con estadímetro que se encuentra en el consultorio de SPETIMSS en el área de consulta externa de esta unidad. Estas mediciones se realizaron en un horario entre las 7-7:30 de la mañana, anterior al inicio de actividades laborales y cotidianas habituales, así como, al finalizar el día en un horario de 22-22:30 h.
- d) Posteriormente a las mediciones antropométricas tanto matutinas como nocturnas se realizó una RM. Para esta actividad se realizó con un Resonador de la marca Siemens® modelo 3T de 1.3 Teslas. Las secuencias de RM serán ponderadas en T2 en plano sagital panorámica de toda la columna vertebral, en plano coronal, con un grosor de 3 mm.
- e) Una vez realizada la RM se procedió a la realización de las medidas de todos los discos intersomáticos, desde C2-C3 hasta L5-S1, obteniendo la altura máxima correspondiente al centro del núcleo pulposo (Figura 1), así como la longitud total de la columna realizando una medición de la distancia entre los procesos espinosos (Figura 2). Estas medidas se realizaron en ambas RM. Las mediciones las realizaron tanto la investigadora principal como el residente vinculado a esta investigación. El tiempo que se estima para la realización de la RM sería de 12 a 15 minutos.
- f) También se determinó, en ambas RM realizadas, si se observan abombamientos discales, así como cambios de intensidad en el núcleo pulposo (escala de Pfirrmann) y cambios de la carga en el anillo fibroso (Tabla 1).

- g) A todos los participantes, posterior a la realización de las RM, se les realizó una encuesta dirigida donde se recabó el aproximado del tiempo en horas que permanece en bipedestación y sedestación en un día laboral habitual. También se estimó el tiempo aproximado que dedica a las actividades deportivas y cotidianas al día.
- h) Una vez completada todas las mediciones de todos los participantes, se procedió al análisis de resultados y a la redacción del reporte final.



**Figura 1.** Medición de la altura del disco intersomático. **Descripción:** A. cervical; B. Torácico; C. Lumbar. **Fuente:** Aportación original.



**Figura 2.** Longitud de la columna vertebral. **Descripción:** Se mide la ... **Fuente:** Aportación original.

GRADO PFIRRMANN MODIFICADA	INTENSIDAD DE SEÑAL DEL NUCLEO PULPOSO	INTERFASE NÚCLEO-ANILLO FIBRORO	ALTURA DISCAL
1	Hiperintenso, igual al LCR	Distinción	Normal
2	Hiperintenso, > grasa presacra, < a LCR	Distinción	Normal
3	Hiperintenso < a la grasa presacra	Distinción	Normal
4	Levemente hiperintenso, > fibras del anillo	Indistinto	Normal
5	Hipointenso = a fibras del anillo	Indistinto	Normal
6	Hipointenso	Indistinto	Reducción de la altura < 30%
7	Hipointenso	Indistinto	Reducción del 30-60%
8	Hipointenso	Indistinto	Reducción > 60%

**Tabla 5.** Escala de Pfirmann.

### 7.7.2. Recolección de la información.

Toda la información que se recabó de directamente de los pacientes y de las mediciones antropométricas, así como de los estudios de gabinete en el sistema PACS, se recabó en una hoja de recolección de datos (Anexo 2), para posteriormente recopilar toda la información en una base de datos que se realizó previamente en el programa Microsoft EXCEL, y que esta fue configurada para ser exportada al programa estadístico IBM SPSS.

### 7.7.3. Maniobras para evitar y controlar sesgos.

- **Control de sesgos de información:** para evitar este sesgo se realizó una búsqueda exhausta de información relacionada al tema principal de esta investigación. Para ello se realizó una revisión sistemática, donde se ponderó a cada artículo con el nivel de evidencia (NE) de la medicina basada en evidencia de Oxford. En esta revisión se establece con una pregunta PICO, de la cual se derivan términos MESH. Se extrajeron

artículos clínicos de fuentes de información confiable, de revistas indexadas y arbitradas, y mediante una redacción del estado del arte, se establece una síntesis de esta información. Esta información nos sirvió como fuente de información para la construcción del planteamiento del problema y de la justificación de este protocolo.

- **Control de sesgos de selección:** Se eligió a la población a estudiar con base a criterios de inclusión, exclusión y eliminación. Por lo general se requiere de un cálculo de tamaño de muestra, pero por la técnica de muestreo se considerará la totalidad de individuos que participará de manera voluntaria.
- **Control de sesgos de maniobra:** para evitar sesgos en la realización del trabajo de campo, se establece una construcción de una encuesta, la cual fue realizada por expertos en imagenología (investigadora principal e investigadores asociados) de este protocolo, además se validará metodológicamente por parte del asesor metodológico y estadístico de la tesis vinculada a este protocolo de investigación.

Por el tipo de estudio no se requiere un pilotaje previo de los instrumentos, sino que la validez fue dada por los asesores de la tesis. Esta se sometió a una revisión por parte de los investigadores (asesores y director de tesis) para verificar su correcta estructura y precisión de los datos.

Para el análisis de las variables, se realizó en un programa estadístico computacional que es el programa IBM SPSS, se utilizó la última versión disponible.

Para minimizar errores en el proceso de captura de información, se verificaron los datos recabados. La supervisión del trabajo de campo se realizó de manera trimestral o semestral hasta completar la muestra

#### **7.7.4. Análisis estadístico.**

El análisis estadístico se realizó, como se señaló anteriormente con auxilio del programa IBM SPSS. La versión será la última, la cual se descargó de manera gratuita por 30 días, que es la modalidad para estudiantes.

Para el análisis univariado, para las variables categóricas o cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes. Para las variables numéricas o cuantitativas se realizaron

medidas de tendencia central y dispersión, como media, desviación estándar de la media, así como se estableció el valor mínimo y máximo.

Para el análisis bivariado, primeramente, se realizó un análisis de la distribución de la población con la prueba de Shapiro-Wilk ( $\leq 30$ ), obteniéndose una distribución normal, por lo que se realizó para valorar la diferencia de medias de las variables de la altura del disco intervertebral y de la longitud de la columna vertebral por sexo. Para esto se utilizó la prueba de t-Student. Para la asociación de variables cualitativas ordinales (Clasificación de Pfirrmann) se utilizó la prueba de Chi cuadrada de Pearson. El valor que se tomó como estadísticamente significativo fue  $p < 0.05$ .

### 7.7.5. Mapa procedimental.



## 7.8. RECURSOS E INFRAESTRUCTURA.

### 7.8.1. Recursos humanos.

Dra. Santa Portillo Gutiérrez	<i>Investigadora principal.</i> Será la encargada de la dirección de la investigación, además realizará la supervisión de campo y de la realización de las RM y realizar las mediciones radiológicas. También contribuirá en el análisis de los resultados y en la redacción de la discusión y conclusiones.
Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios	<i>Investigador asociado.</i> Será el encargado de la codirección de la investigación, así como de la supervisión del trabajo de campo.
Dr. Jorge Quiroz Williams	<i>Tutor de tesis.</i> Será el encargado del análisis estadístico de los resultados, asesoría y tutoría metodológica. Además, será el encargado de publicar los resultados en alguna revista médica científica arbitrada de preferencia indexada.
Dr. Jesús Alfredo Castillo Reyes.	<i>Tesista.</i> Será el encargado de la búsqueda de la información, redacción de los antecedentes y del protocolo de investigación, realización de las pruebas de campo y de las mediciones radiológicas, recopilar la información, así también contribuirá en el análisis de los resultados. También contribuirá en la redacción de los resultados, discusión y conclusiones, que serán plasmados en un documento final, el cual le servirá como tesis para obtención de grado académico de la especialidad que está cursando. También será el encargado de presentar los resultados de la investigación como trabajo libre en algún foro o congreso de la especialidad antes de enviar el presente trabajo a publicación.

### **7.8.2. Recursos materiales.**

- Hojas blancas para impresión de las hojas de recolección de datos.
- Plumas.
- Impresora de la Dirección de Educación e Investigación en Salud.
- Laptops personales.
- Computadora de la División de Investigación en Salud.
- Recopilador de hojas.
- Programas computacionales Microsoft Office e IBM SPSS.

### **7.8.3. Recursos financieros.**

- El presente estudio no requiere de financiamiento externo, ya que se utilizarán recursos del instituto y del hospital. En caso de ser necesario serán cubiertos por el grupo de investigación.

## 8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El presente trabajo de investigación se realizó en el registro de población mexicana, con base al reglamento de la Ley General de Salud en relación en materia de investigación para la salud, que se encuentra en vigencia actualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, en especial en el título segundo: De los aspectos éticos de la Investigación en seres humanos, capítulo 1, disposiciones generales. En los artículos 13 al 27. Título sexto: De la ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud. Capítulo único, contenido en los artículos 113 al 120 así como también acorde a los códigos internacionales de ética: Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, adoptada por la 18a asamblea de la AMM celebrada en Helsinki, Finlandia en Junio 1964 y enmendada 7 veces, la última enmienda por la 64a Asamblea Médica Mundial de Fortaleza, Brasil en octubre del 2013, donde se establece que deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

Este trabajo se presentó ante el comité de investigación (CLIS 2105) y ética en investigación en Salud (CLIE 21058) de la UMAE, mediante el sistema de registro electrónico de la coordinación de investigación en salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen.

Este estudio, al ser no experimental no modificó la historia natural de los pacientes, así como los procesos y tratamientos. Se tomó la información de fuentes directas por lo que, Si se requiere de carta de consentimiento informado, conforme a la Norma 2000-001-009 del IMSS que establece las disposiciones para la investigación en salud en el IMSS.

Cumple con los principios de: Beneficencia, No maleficencia, Justicia y Equidad, tanto para el personal de salud, como para los pacientes, ya que el presente estudio contribuye analizar la seguridad y la eficacia del uso de la dexametasona en el control del dolor postquirúrgico inmediato en pacientes postoperados de ATR en la UMAE HTYO Puebla

Los resultados obtenidos serán asegurando la confidencialidad de los participantes del estudio.

Acorde a las pautas del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación publicada en el Diario Oficial de la Federación sustentada en el artículo 17 en el Numero II se considera una investigación con riesgo mínimo ya que se emplearán instrumentos de recolección de datos y preguntas dirigidas a los participantes.

De acuerdo a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFTAIPG), en especial en el capítulo IV se establece un marco muy general que regula la obtención, transmisión, uso y manejo de los datos personales en posesión de dependencias y entidades federales, así como en la declaración de la AMM (Asociación Médica Mundial) sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos, adoptada por la 53a Asamblea General de la AMM, Washington DC, EE.UU. octubre 2002 y revisada por la 67ª Asamblea General de la AMM, Taipei, Taiwán, octubre 2016. Por lo tanto, la información obtenida del presente protocolo fue solo con fines de la investigación. Los datos obtenidos de los pacientes no se hicieron públicos en ningún medio físico o electrónico. El resguardo de la información personal de los pacientes se guardó en una carpeta física, en la División de Investigación en Salud, quedando para su resguardo por 5 años, posteriormente será guardada en un archivo de descarga.

## 9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDAD	2023			2024												2025												
	o c t	N o v	D i c	E n e	F e b	M a r	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o	S e p	O c t	N o v	D i c	E n e	F e b	M a r	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o	S e p	O c t	N o v	D i c	
<b>FASE DE PLANEACIÓN</b>																												
Búsqueda bibliográfica,				X	X	X	X																					
Redacción del proyecto					X	X	X																					
Revisión del proyecto.						X	X																					
Presentación a CLIS y CLEI								X																				
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>																												
Recolección de datos									X	X	X																	
Organización y tabulación												X																
Análisis e interpretación													X															
<b>FASE DE COMUNICACIÓN</b>																												
Redacción del escrito final													X	X														
Aprobación del informe final																X												
Impresión del informe final																X												
Presentación en foro o congreso																	X											
Envío a publicación a revista																		X										

## 10. RESULTADOS

Se evaluó una muestra de 20 participantes, de los cuales 25% (n=5) corresponden al sexo masculino, y 75% (n=15%) corresponden al sexo femenino. Con una edad media de  $28.2 \pm 2.8$  (rango: 20-30 años). La totalidad de los participantes tenía un índice de masa corporal (IMC)  $< 25 \text{ kg/m}^2$  (Tabla 6).

Se examinó el grado de actividad física cotidiana en 4 categorías, midiendo la media de cada uno, donde se obtiene lo siguiente: a) *tiempo en sedestación* con  $5.1 \pm 2.9$  horas; b) *tiempo en bipedestación* con  $5.2 \pm 1.8$  horas; c) *actividad física de bajo impacto* con  $1.2 \pm 0.4$  horas; d) *tiempo realizando actividad física deportiva* de  $0.5 \pm 0.6$  horas (Tabla 7).

Se realizó el estudio de resonancia magnética (RMN) previo al inicio de las actividades rutinarias de cada paciente y un segundo estudio al finalizar un día. En ambos estudios se realizó la medición de la altura del disco intersomático, desde C2-C3 hasta L5-S1, tanto en el estudio matutino como en el vespertino. En ambos estudios, no mostraron cambios significativos en la altura en el transcurso del día en el promedio de altura en cada segmento, así como, no se observaron diferencias significativas entre sexos (Tabla 8).

Los principales cambios degenerativos cualitativamente evaluados por la escala de Pfirrmann modificada se resumen en la tabla 9. De manera general, en toda la columna de los participantes, se visualizó cambios grado III y IV, mayormente en los discos del segmento cervical, con predominio en el sexo femenino, así como, en la región lumbar; de este último, predominantemente a nivel de L4-L5 y L5-S1.

Los abombamientos de los discos intersomáticos fueron más frecuentes en mujeres, de predominio en C3-C4, C4-C5, L3-L4, L4-L5 y L5-S1 (Tabla 10).

En la valoración de la longitud total de la columna lumbar en hombres tiene una media de  $55.8 \pm 1.9$  cm en el estudio matutino y de  $55.7 \pm 1.9$  cm en el estudio vespertino con una diferencia de 0.1 cm ( $P=0.185$ ). En cambio, en mujeres se presentó una media de  $54 \pm 2.9$  cm en el estudio matutino y una longitud de  $53.2 \pm 3$  cm en el vespertino con una diferencia de 0.8 cm ( $p=0.181$ ) (Tabla 11) (Gráfico 1).

N=20	n (%)
<b>SEXO</b>	
Masculino	5 (25)
Femenino	15 (75)
<b>EDAD</b>	28.2±2.8 (20-30)*

n= frecuencia, %= porcentaje.

\*Valor de la edad expresada en media y desviación estándar de la media (±) y valor mínimo y máximo entre paréntesis.

**Tabla 6.** Variables sociodemográficas.

N=20	Media	DS	Rango
Tiempo sedestación	5.1	2.9	20-30
Tiempo bipedestación	5.2	1.8	1-8
Actividad física	1.2	0.4	1-2
Actividad deportiva	0.5	0.6	0-2

DS= desviación estándar de la media.

Valores expresados en horas.

**Tabla 7.** Actividades cotidianas de los participantes.

N=20	MATUTINO					VESPERTINO					DIFERENCIAL	
	NIVEL	M	DS	F	DS	P	M	DS	F	DS	P	M
C2-C3	0.5	0.05	0.5	0.07	0.509	0.5	0.04	0.4	0.06	0.777	0	0.1
C3-C4	0.5	0.06	0.5	0.05	0.073	0.5	0.05	0.5	0.06	0.413	0	0
C4-C5	0.6	0.05	0.5	0.04	0.003	0.6	0.07	0.5	0.04	0.004	0	0
C5-C6	0.5	0.1	0.5	0.05	0.165	0.6	0.09	0.5	0.6	0.146	-0.1	0
C6-C7	0.6	0.006	0.6	0.006	0.724	0.6	0.05	0.6	0.05	0.694	0	0
C7-T1	0.5	0.08	0.5	0.07	0.835	0.5	0.03	0.5	0.06	0.352	0	0
T1-T2	0.5	0.04	0.5	0.005	0.024	0.5	0.05	0.5	0.06	0.27	0	0
T2-T3	0.5	0.08	0.5	0.04	0.012	0.5	0.09	0.5	0.05	0.27	0	0
T3-T4	0.5	0.09	0.4	0.04	0.007	0.5	0.09	0.5	0.05	0.235	0	-0.1
T4-T5	0.5	0.05	0.5	0.03	0.022	0.5	0.04	0.5	0.04	0.693	0	0
T5-T6	0.5	0.1	0.5	0.04	0.858	0.5	0.01	0.5	0.05	0.858	0	0
T6-T7	0.5	0.1	0.5	0.05	0.83	0.5	0.09	0.5	0.05	0.438	0	0
T7-T8	0.6	0.1	0.5	0.05	0.596	0.6	0.08	0.5	0.07	0.015	0	0
T8-T9	0.6	0.08	0.6	0.07	0.55	0.6	0.1	0.5	0.08	0.625	0	0.1
T9-T10	0.7	0.06	0.6	0.05	0.047	0.7	0.06	0.6	0.07	0.004	0	0
T10-T11	0.7	0.03	0.6	0.09	0.005	0.7	0.03	0.6	0.08	0.007	0	0
T11-T12	0.7	0.04	0.6	0.1	0.1	0.7	0.02	0.6	0.1	0.015	0	0
T12-L1	0.7	0.07	0.7	0.06	0.626	0.7	0.06	0.6	0.07	0.165	0	0.1
L1-L2	0.9	0.1	0.8	0.08	0.567	0.8	0.1	0.8	0.08	0.227	0.1	0
L2-L3	1.01	0.1	0.9	0.08	0.32	1.02	0.1	1.03	0.08	0.935	-0.01	-0.13
L3-L4	1.09	0.1	1.1	0.1	0.903	1.1	0.1	1.05	0.1	0.409	-0.01	0.05
L4-L5	0.9	0.1	1	0.3	0.626	1.1	0.08	1.07	0.1	0.315	-0.2	-0.07
L5-S1	0.9	0.1	1	0.3	0.626	0.9	0.1	0.9	0.2	0.695	0	0.1

M= media, DS= Desviación estándar de la media. M= masculinos. F= femeninos.  
 Valores expresados en milímetros.  
 \*Significancia (P) obtenida con la prueba de t-Student.

**Tabla 8.** Valoración de la altura de los discos intervertebrales de los participantes.

N=20	HOMBRES		MUJERES		P
	M	V	M	V	
<b>C2C3</b>					
III	5	5	13	13	1.000
IV	0	0	2	2	
<b>C3C4</b>					
III	5	5	11	11	0.530
IV	0	0	4	4	
<b>C4C5</b>					
III	4	5	12	12	1.000
IV	1	0	3	3	
<b>C5C6</b>					
III	1	2	11	11	0.051
IV	4	3	3	3	
V	0	0	1	1	
<b>C6C7</b>					
III	5	5	13	13	1.000
IV	0	0	2	2	
<b>C7T1</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T1T2</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T2T3</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T3T4</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T4T5</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T5T6</b>					
III	4	4	15	15	0.250
IV	1	1	0	0	
<b>T6T7</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T7T8</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T8T9</b>					
III	5	5	15	15	--
<b>T9T10</b>					
III	5	5	15	15	--

T10T11					
III	5	5	15	15	--
T11T12					
III	5	5	15	15	--
T12L1					
III	5	5	15	15	--
L1L2					
III	5	5	15	15	--
L2L3					
III	5	5	15	15	--
L3L4					
III	5	5	15	15	--
L4L5					
III	5	5	11	11	0.435
IV	0	0	2	2	
V	0	0	2	2	
L5S1					
I	0	1	0	0	0.339
III	3	3	12	12	
IV	0	0	1	1	
V	0	0	1	1	
VI	1	1	0	1	

M= masculinos, F= femeninos

Valores expresados en frecuencias.

Significancia (P) obtenida con la prueba de Chi cuadrada de Pearson.

**Tabla 9.** Valoración del grado de degeneración discal de los discos intervertebrales de los participantes.

N=20	Matutino			Vespertino		
	M	F	P	M	F	P
C3-C4	0	1	1.000	0	1	1.000
C4-C5	0	3	0.539	0	3	0.530
C5-C6	1	2	1.000	1	2	1.000
L2-L3	1	0	0.250	1	0	0.250
L3-L4	1	4	1.000	1	4	1.000
L4-L5	4	10	1.000	3	10	1.000
L5-S1	3	8	1.000	3	8	1.000

Valores expresados en frecuencias.

Significancia (P) obtenida con la prueba de Chi cuadrada.

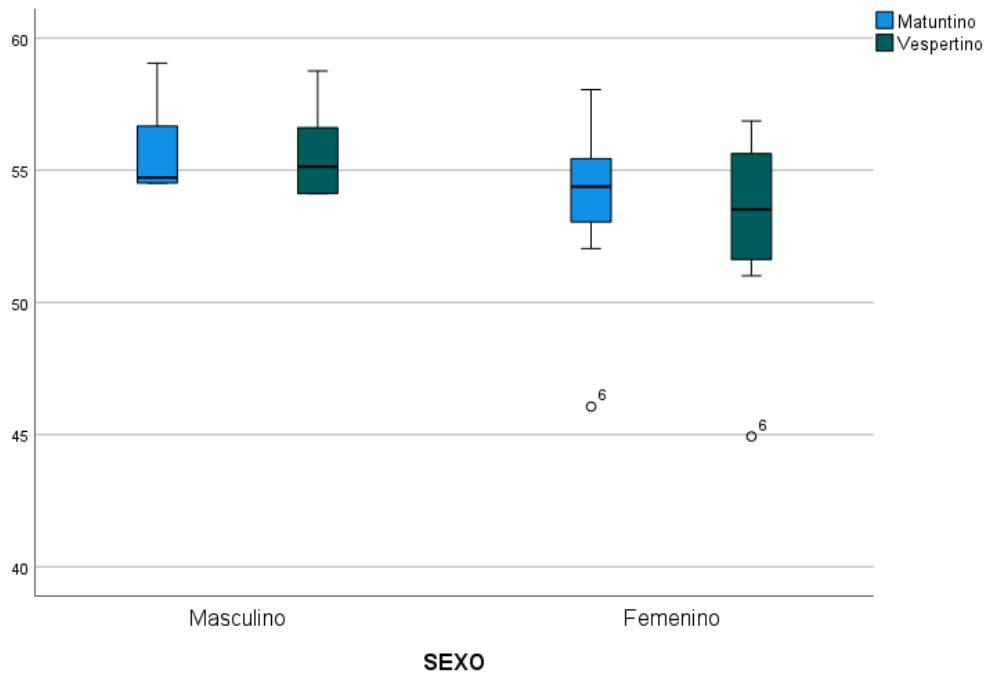
**Tabla 10.** Valoración del abombamiento de los discos intervertebrales de los participantes.

N=20	Matutino		Vespertino		DIF	P*
SEXO	MEDIA	DS	MEDIA	DS		
Masculino	55.8	1.9	55.7	1.9	0.1	0.185
Femenino	54.0	2.7	53.2	3	0.8	0.102

Valores expresados en centímetros.

\*Significancia (P) obtenida con la prueba de t-Student

**Tabla 11.** Valoración de la longitud de la columna lumbar de los participantes.



**Gráfico 1.** Longitud de la columna vertebral por sexo y turno.

## 11. DISCUSIÓN.

En esta investigación se hipotetizó que existiría una disminución de la altura de la columna vertebral, medida al inicio de actividades en la mañana y posterior a estas en un turno vespertino. Se encontró que había una disminución mínima, pero estadísticamente no significantes, lo que se pudo comprobar la hipótesis de trabajo.

Al valorar la altura de todos los discos intervertebrales, la literatura refiere diferentes alturas dependiendo de la población y las diferentes mediciones en métodos de estudio como radiografía y resonancia magnética. Kapanji (2) menciona un grosor principal por cada segmento de la columna con un grosor del disco cervical de 3 mm, torácico de 5 mm y lumbar de 9 mm con una disminución de un disco sano de hasta 1.4 mm y de hasta 2 mm en un disco previamente lesionado. Mencionando también la pérdida de agua del núcleo pulposo con una pérdida acumulada durante el día de hasta 2 cm. En el estudio de A.R. Tyrrell, T. Reilly & J.D.G. Trpoup (13) se realizaron mediciones posteriores a cargas dinámicas y sostenidas con pesas de 10 hasta 40 kg, posterior a las mediciones reportaron una disminución clínica en la altura de hasta 19.3 mm correspondiente al 1.1% de la altura. La pérdida que se recuperaba hasta el 70% en la primera hora de descanso. Este estudio reporta resultados similares a lo estipulado por Kapanji (2). Sin embargo, no se utilizaron métodos de imagen para evaluar directamente la altura de los discos intersomáticos, no que puede sugerir el involucro de otras estructuras y no dependientes de los discos intervertebrales. En cambio, en el estudio de Hadi Mirah et al (10) quienes realizan mediciones de la altura del disco intersomático en RMN (N=14, 7 hombres y 7 mujeres) de columna lumbar en población iraní sin patología lumbar, encontraron un promedio de altura discal media en L1-L2 de  $10\pm 1.89$  mm, L2-L3  $11.59\pm 1.51$  mm, L3-L4  $12.45\pm 1.79$  mm, L4-L5  $13.82\pm 1.96$  mm y para L5-S1  $12.99\pm 2.53$  mm. Estas mediciones solo fueron realizadas en un solo estudio, sin realizarse una medición por horario. De manera muy similar, T. Cetin et al (16) valoran la altura del disco intersomático de L4-L5, comparando pacientes sanos vs con hernia discal. Al comparar ambos grupos, la media de altura fue de  $10.88\pm 2.61$  vs  $9.79\pm 1.96$  mm. También valoraron el grado de degeneración con el score de Pfirrmann, fue mayor en el grupo herniado, y sobre todo a mayor edad. En nuestro estudio, la población no tenía patología lumbar ni sobrepeso, en quienes se encontraron mayores cambios degenerativos en la columna lumbar valorados con el score de Pfirrmann. Esta zona es la de mayores sollicitaciones de carga, pero no hubo variabilidad entre las mediciones matutinas con las vespertinas.

Se encontró en esta investigación que la variabilidad de la altura de la columna vertebral fue relativamente mayor en las mujeres que en los varones, entre la valoración matutina con la vespertina. K. Bach et al (7) quienes, al valorar las tomografías abdominales de 240 pacientes sin patología lumbar, demuestran que en pacientes sanos la variabilidad de la altura discal se relaciona más con el sexo que con la edad.

En nuestro estudio obtuvimos hallazgos similares con herniación asociada a fisura radial con disminución de la altura intersomática, en relación con cambios degenerativos, a pesar de encontrarnos con una población joven y clínicamente sana. A pesar de visualizar un grado mayor en la clasificación de Pfirrmann y mostrar abombamiento, no se presentó un aumento significativo del diámetro anteroposterior de los discos herniados, tanto en la valoración matutina como en la vespertina. En contraste con lo establecido en la revisión de V. Haughton (15) los cambios discales degenerativos, sobre todo la disminución de la intensidad del núcleo pulposo en RMN (Pfirrmann III), es debido a una deshidratación discal, se asocia a la presencia fisura radial para la producción de herniación y por ende disminución de la altura intersomática, y se correlacionan muy posiblemente con el inicio de dolor lumbar crónico.

**Fortalezas:** Es el único estudio donde se valoran cambios en la altura de población joven sin patología lumbar y sin enfermedades de base, donde se comparan mediciones antes (matutinas) de realizar actividades como al finalizar una jornada laboral (vespertinas). Hay estudios similares y es el primero en población mexicana. No hubo heterogeneidad en la edad de la población estudiada, ya que fue en individuos jóvenes y económicamente productivos.

**Debilidades:** La muestra fue pequeña, pero muy similar a otros estudios. No hubo una proporción equitativa entre sexos, ya que el 75% de la muestra fueron mujeres. Las adquisiciones panorámicas fueron solo en plano sagital, debido a que el software donde se realizó la valoración solo permite la reconstrucción panorámica en este plano, requiriendo para una valoración integral la reconstrucción panorámica coronal. El tiempo de adquisición de imágenes en la RMN se tuvo un rango de tiempo de 15 a 20 minutos, la mayoría de los sujetos de investigación era población cautiva (médicos residentes) y no contaban con mucho tiempo para la realización de los estudios.

**Propuestas:** Se prone realizar más estudios prospectivos, con una mayor cantidad de individuos, además que se comparen sujetos con obesidad y sin obesidad.

## 12. CONCLUSIÓN

En esta investigación sí se encontraron cambios en la altura de la columna vertebral, al comparar RMN realizadas al inicio y al finalizar una jornada laboral en población joven sin patología lumbar clínicamente demostrable, sin embargo, la disminución de altura no fue significativa.

A pesar de que la población fue en individuos jóvenes, se observaron en algunos cambios degenerativos a nivel de los discos intersomáticos lumbares, con presencia de protrusiones y extrusiones, que se asociaron, en su mayoría con fisuras anulares, así como disminución de la intensidad de señal.

En ninguno de estos discos con cambios degenerativos se observó cambios en la intensidad de señal ni aumento significativo en el abombamiento entre los dos estudios.

Se requieren más estudios prospectivos, con mayor población y comparando sujetos con obesidad y sin obesidad, contemplando también el grado de sedentarismo entre los sujetos de estudio.

### 13. BIBLIOGRAFÍA.

1. Kushchayev S V., Glushko T, Jarraya M, Schuleri KH, Preul MC, Brooks ML, et al. ABCs of the degenerative spine. Insights into Imaging. Springer Verlag; 2018;9:253–74. <https://doi.org/10.1007/s13244-017-0584-z>
2. Kapandji A. Kapandji Fisiología Articular. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 2016;6
3. Adams MA, Dolan P, Hutton WC, Porter RW. DIURNAL CHANGES IN SPINAL MECHANICS AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE. *The Journal Of Bone And JointSurgery*. marzo de 1990;72(2):266–70.
4. Vergroesen PPA, Kingma I, Emanuel KS, Hoogendoorn RJW, Welting TJ, van Royen BJ, et al. Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: A vicious circle Osteoarthritis and Cartilage. W.B. Saunders Ltd; 2015;23:1057–70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2015.03.028>
5. Dowdell J, Erwin M, Choma T, Vaccaro A, Iatridis J, Cho SK. Intervertebral disk degeneration and repair. *Clin Neurosurg*. el 1 de marzo de 2017;80(3):S46–54. DOI:10.1093/neuros/nyw078
6. Griffith JF, Wang YXJ, Antonio GE, Choi KC, Yu A, Ahuja AT, et al. Modified Pfirrmann Grading System for Lumbar Intervertebral Disc Degeneration. *Spine*. 2007;32(24):708–12.
7. Bach K, Ford J, Foley R, Januszewski J, Murtagh R, Decker S, et al. Morphometric Analysis of Lumbar Intervertebral Disc Height: An Imaging Study. *World Neurosurg*. el 1 de abril de 2019;124:e106–18. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.12.014>
8. Salamon N, Van Langenhove C, Verstraete K. Height of lumbar disc and vertebral body: what is the relation with body mass index, subcutaneous fat thickness, body weight, length and age? *European Society of Radiology [Internet]*. 2017;1–6. Disponible en: [www.myESR.org](http://www.myESR.org) DOI: 10.1594/ecr2017/C-1384
9. Zhu T, Ai T, Zhang W, Li T, Li X. Segmental quantitative MR imaging analysis of diurnal variation of water content in the lumbar intervertebral discs. *Korean J*

Radiol. el 1 de enero de 2015;16(1):139–45.

<http://dx.doi.org/10.3348/kjr.2015.16.1.139>

10. Hadi Mirab SM, Barbarestani M, Tabatabaei SM, Shahsavari S, Zangi M. Measuring Dimensions of Lumbar Intervertebral Discs in Normal Subjects. Winter & Spring. 2018;15(1):3–8.
11. White TL, Malone TR. Effects of Running on Intervertebral Disc Height. JOSPT [Internet]. 1990;12:139–46. Disponible en: [www.jospt.org](http://www.jospt.org)
12. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine. el 1 de septiembre de 2001;26(17):1873–8. DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011
13. Tyrrell A, Reilly T, Troup J. Circadian Variation in Stature and the Effects of Spinal Loading. Spine (Phila Pa 1976). 1985;10(2):161–4.
14. Chan SCW, Ferguson SJ, Gantenbein-Ritter B. The effects of dynamic loading on the intervertebral disc. European Spine Journal. 2011;20:796–812. DOI 10.1007/s00586-011-1827-1
15. Haughton V. The “Dehydrated” Lumbar Intervertebral Disk on MR, its Anatomy, Biochemistry and Biomechanics [Internet]. Vol. 24, The Neuroradiology Journal. 2011. Disponible en: [www.centauro.it](http://www.centauro.it)
16. Çetin T, Kahraman S, Kızılgöz V, Aydın S. The Comparison between Herniated and Non-Herniated Disc Levels Regarding Intervertebral Disc Space Height and Disc Degeneration, A Magnetic Resonance Study. Diagnostics. el 1 de octubre de 2023;13(20). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13203190>

## 14. ANEXOS.

### 14.1. ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

	<p style="text-align: center;"><b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL</b> <b>UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN</b> <b>Y POLITICAS DE SALUD</b> <b>COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación (adultos)</b></p>
Nombre del estudio:	Diferencia de la altura del disco intervertebral y la longitud de la columna vertebral previa y posterior a las actividades cotidianas en población sana
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	UMAE HTYO CMN MAC, Puebla, Puebla a _____ de 2024
Número de registro institucional:	R-2024-2105-014
Justificación y objetivo del estudio:	La variabilidad de la altura de la columna vertebral ha sido un tema debatido; algunos investigadores han reportado que existe una diferencia de la talla en la mañana como en la noche, pero han sido mediciones muy subjetivas, por lo que al realizarse una RM se podrían determinar si realmente hay o no cambios en la altura de la columna vertebral, sobre todo a nivel de los discos intervertebrales, ya que la mecánica de dicho disco tiende a la variabilidad, debido a que una carga mayor podría traducirse con una disminución de dicho espacio, y estar relacionado directamente con el predominio del dolor lumbotorácico, y por ende a los cambios osteoartritis, por lo que al realizarse un estudio, con medios más objetivos, se podría establecerse si realmente o no existe variabilidad de la altura, con lo que ayudaría a entender a que hora del día se tienen que realizar algún estudio de gabinete, y tener una correlación más directa en el establecimiento del diagnóstico de una patología crónico-degenerativa a nivel lumbar y torácico de la columna vertebral, por lo que el objetivo del estudio será describir dichas variaciones, tanto en la altura del disco intervertebral y de la longitud de la columna a diferentes horarios, en reposo y posterior a las actividades físicas cotidianas en personas sanas.
Procedimientos:	Se les citará a las 07:00 y a las 22:00 horas de un día para realizarse RM a dichos horarios. Previamente se le pesará y medirá, así como se le harán una serie de preguntas relacionadas al tiempo que destina para realizar diferentes actividades en un día habitual.
Posibles riesgos y molestias:	Ninguno, solo el tiempo que se requiera para realizar las RM que serían por cada sesión de 40 a 50 mins, así como el tiempo destinado para realizar las mediciones del peso y talla, además de la contestación de preguntas estimando 10 minutos más. .
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	No recibirá un beneficio directo ni remuneración económica por la participación, sino el contribuir en la construcción del conocimiento.
Información sobre resultados:	Los resultados de sus evaluaciones se les hará saber la investigadora principal y/o el jefe del servicio de imagenología y radiología diagnóstica de la UMAE.
Participación o retiro:	La participación en este estudio es completamente voluntaria. Usted tiene el derecho de retirarse de este estudio en el momento que lo decida, sin que haya ninguna repercusión su situación laboral dentro del instituto.
Privacidad y confidencialidad:	Los datos y la información serán tratados con suma confidencialidad y privacidad. No se mencionará su nombre ni algún dato personal en cualquier publicación en algún medio físico o electrónico derivada de esta investigación.
<b>Declaración de consentimiento:</b>	
Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca de este estudio:	
<input type="checkbox"/>	No acepto participar en el estudio.
<input type="checkbox"/>	Si acepto participar en el estudio
<b>En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:</b>	
Investigadora o Investigador Responsable:	<u>Dra. Santa Gutiérrez Portillo</u> correo <a href="mailto:santakd79@yahoo.com.mx">santakd79@yahoo.com.mx</a> , Teléfono: 2461712518
Colaboradores:	Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios, Dr. Jorge Quiroz Williams, Dr. Jesús Alfredo Castillo Reyes,
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité Local de Ética de Investigación en Salud (CLEI 21058) del Hospital de Traumatología y Ortopedia "Manuel Ávila Camacho", Diagonal Defensores de la República esquina Avenida 6 Poniente s/n. Col. Amor Puebla, Puebla. C. P. 72140. Tel. (22) 224 3307 Ext. 208, Correo: <a href="mailto:cei21058.htyop@gmail.com">cei21058.htyop@gmail.com</a>	

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del participante

Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
**Jesús Alfredo Castillo Reyes.**  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.

**Clave: 2810-009-013**

## 14.2. ANEXO 2. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

**FOLIO:**

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/202  
4

### FICHA DE IDENTIFICACIÓN

**NOMBRE:**

**EDAD:** años      **SEXO:**  Masculino       Femenino

### ACTIVIDADES COTIDIANAS.

**HORAS**

<b>Tiempo de sueño</b> (horas que el participante generalmente duerme en un día habitual):	.
<b>Tiempo de sedestación</b> (horas que el participante generalmente permanece sentado en un día habitual):	
<b>Tiempo de bipedestación</b> (horas que el participante generalmente permanece de pie en un día habitual):	
<b>Actividad física</b> (horas que el participante generalmente realiza una actividad física como en un día habitual):	
<b>Actividad deportiva</b> (horas que el participante generalmente realiza una actividad deportiva o ejercicio en un día habitual):	

### MEDICIÓN MATUTINA

Altura del disco intervertebral		Cambios de intensidad del núcleo pulposo (Escala Pfirmann)		Abombamiento discal
<b>C2-C3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C3-C4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C4-C5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C5-C6:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

		<input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 8	
<b>C6-C7:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C7-T1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T1-T2:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T2-T3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T3-T4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T4-T5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T5-T6:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T6-T7:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T7-T8:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T8-T9:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

		<input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	
<b>T9-T10:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T10-T11:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T11-T12:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T12-L1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L1-L2:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L2-L3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L3-L4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L4-L5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L5-S1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

<b>Longitud de la columna vertebral:</b>	_____cm
--	---------

## MEDICIÓN NOCTURNA

Altura del disco intervertebral		Cambios de intensidad del núcleo pulposo (Escala Pfirmann)		Abombamiento discal
<b>C2-C3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C3-C4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C4-C5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C5-C6:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C6-C7:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>C7-T1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T1-T2:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T2-T3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T3-T4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

		<input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 8	
<b>T4-T5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T5-T6:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T6-T7:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T7-T8:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T8-T9:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T9-T10:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T10-T11:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T11-T12:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>T12-L1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L1-L2:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

		<input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 8	
<b>L2-L3:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L3-L4:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L4-L5:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No
<b>L5-S1:</b>	_____mm	<input type="checkbox"/> Grado 1 <input type="checkbox"/> Grado 2 <input type="checkbox"/> Grado 3 <input type="checkbox"/> Grado 4	<input type="checkbox"/> Grado 5 <input type="checkbox"/> Grado 6 <input type="checkbox"/> Grado 7 <input type="checkbox"/> Grado 8	<input type="checkbox"/> Si, _____ mm <input type="checkbox"/> No

<b>Longitud de la columna vertebral:</b>	_____cm
--	---------