



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA

ESPECIALIDAD EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

ANÁLISIS CUANTITATIVO POR RESONANCIA
MAGNÉTICA DE LOS MÚSCULOS PARAESPINALES Y
MULTIFIDOS COMO PREDICTOR DE DOLOR Y
DISCAPACIDAD EN PACIENTES CON CONDUCTO
LUMBAR ESTRECHO

TESIS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

PRESENTA:
DRA. WENDY ROSALIN GUEMEZ RUIZ

PROFESOR TITULAR:
DR. DANIEL DAVID CHAVEZ ARIAS

TUTOR DE TESIS:
DR. RAFAEL ZEPEDA MORA



CIUDAD DE MÉXICO A 01 DE FEBRERO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis
Digitales
Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO

DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS
PROFESOR TITULAR

DR. RAFAEL ZEPADA MORA
TUTOR DE TESIS

DRA. TANIA INES NAVA BRINGAS
ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres Rosa Ma. Ruiz Cruz y Manuel A. Guemez Casanova por su inmenso amor, su infinita paciencia e incondicional apoyo en todas las etapas de mi formación académica y profesional. Su presencia en mi vida diaria me dio la fortaleza necesaria para no declinar ante las adversidades; sin ellos como motores primarios esto no habria sido facil de conseguir. Los amo inmensamente.

A mis hermanos por acompañarme y recordarme que el amor de familia es una herramienta que impulsa y da fuerzas para seguir adelante en la búsqueda de los sueños y así llegar al final de la meta.

A mis sobrinos por contagiarme con su ternura y llenarme de amor incondicional a pesar de la distancia, sin duda ellos son un motivo mas en mi vida para querer ser mejor en muchos aspecto personales y profesionales.

A la familia Garcia Ruiz por darme acogida en su hogar durante estos 4 años de formación profesional, sin ustedes habria estado sola en esta aventura llamada especialidad; su presencia hizo mas amena mi estancia en esta ciudad.

A mis asesores de tesis el Dr. Rafael Zepeda Mora y la Dra. Tania Ines Nava Bringas por brindarme asesoramiento, dedicación, paciencia y sobretodo su tiempo en este proyecto llamado tesis. Son sin duda un ejemplo a seguir por su convicción y compromiso en la formacion de profesionales de la salud en el área de rehabilitación en México. Mi admiración y respeto a los dos.

Al Instituto Nacional de Rehabilitacion "Luis Guillermo Ibarra Ibarra" por darme la oportunidad de formarme como medico especialista en la mejor sede de Medicina de Rehabilitación a nivel nacional.

A mis profesores de los diferentes servicios; quienes aportaron un granito de su conocimiento y experiencia en este proceso de enseñanza y aprendizaje durante mi formacion academica como medico residente.

A mis compañeros de generación quien de forma directa o indirecta, influyeron en ciertas etapas de esta formación. En especial a mis amigas Laura y Julieta; por compartir mas allá de la residencia, al estar presentes en momentos de alegrías y tristezas; forjando un lazo no solo de amistad.

Gracias a Dios y a la vida por permitirme estar en el lugar y momento indicado para mi crecimiento personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

I.	RESUMEN	7-8
II.	MARCO TEÓRICO	9-13
	a. Antecedentes	
III.	JUSTIFICACION	14
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
V.	PREGUNTA DE INVESTIGACION	14
VI.	HIPOTESIS	14
VII.	OBJETIVOS	15-16
	a. Objetivo General	
	b. Objetivos específicos	
	c. Objetivos secundarios	
VIII.	MATERIALES Y MÉTODOS	17-23
	a. Diseño del estudio	
	b. Descripción del universo del trabajo	
	c. Muestra	
	d. Criterios de inclusión	
	e. Criterios de eliminación	
	f. Criterios de exclusión	
	g. Definición operativa de variables	
	h. Descripción operativa del estudio	
IX.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
X.	DESCRIPCIÓN DEL O DE LOS PROCEDIMIENTOS.	25-27
XI.	ASPECTOS ÉTICOS	27
XII.	RESULTADOS	28-49
XIII.	DISCUSION	50-55
XIV.	CONCLUSION	56
XV.	BIBLIOGRAFIA	57-60

I. RESUMEN

INTRODUCCION: El dolor lumbar es considerado como la principal causa de discapacidad. Cuando el dolor lumbar se vuelve crónico empeora su pronóstico de remisión. Una de las principales causas de dolor lumbar crónico es el conducto lumbar estrecho, considerado como la principal causa de indicación quirúrgica de patología lumbar. Se ha documentado la importancia de los músculos paraespinales y su infiltración grasa, en relación al dolor lumbar. La mayoría de las asociaciones se han encontrado en estudios transversales. Solo un estudio longitudinal se ha reportado donde se encuentra que pacientes con conducto lumbar estrecho con una mayor área de sección transversal de los multifidos presentan mayor recuperación funcional posterior a una cirugía lumbar.

OBJETIVO: Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.

METODOLOGIA: Se realizó un estudio de cohorte ambispectivo donde se reclutaron pacientes de 50 a 80 años de edad con diagnóstico de conducto lumbar estrecho, que contaban con un estudio de resonancia magnética y escalas de valoración del dolor (escala visual análoga) y funcionales (Índice de discapacidad de Oswestry y Cuestionario de Roland Morris) previo a iniciar con un tratamiento de rehabilitación o quirúrgico. Se repitieron las escalas del dolor y funcionales al año de haber iniciado la intervención y se correlacionaron las mejorías con diversas mediciones en resonancia magnética de los músculos paraespinales y multifidos: área de sección transversal (CSAt), área de sección transversal funcional (CSAf), área de sección transversal relativa (CSAr), área de sección transversal funcional relativa (CSAfr), porcentaje de infiltración grasa. Se realizó un análisis descriptivo. Se identificaron variables sociodemográficas asociadas a los parámetros musculares cuantitativos. Se dicotomizaron los resultados en cambios considerados como clínicamente relevantes en cada una de las escalas y se identificaron puntos de corte de estos parámetros.

RESULTADOS:

Se obtuvo una muestra total de 60 pacientes, de los cuales la mayoría fueron mujeres (63.3%) con una mediana de edad de 60 años (RIC 55-68). Se encontró relación en los cambios funcionales en la escala ODI (mejoría >30% vs mejoría <30%) y el área de músculos paraespinales con CSAf (1042.5 vs 708.5 mm², p 0.009), porcentaje de infiltración grasa (51.1 vs 72.33%, p 0.025), CSAfr (0.69 vs 0.47, p 0.002) y para músculos multifidos con CSAf (420.5 vs 168.5, p 0.004), porcentaje de infiltración grasa (43.78 vs 74.21, p 0.033); CSAr (0.62 vs 0.44, p 0.025) y CSAfr (0.29 vs 0.11, p 0.011); relación de la mejoría del dolor lumbar medido con EVA (mejoría >33% vs mejoría <33%) y el área de músculos paraespinales con CSAr (1.61 vs 1.20, p 0.017), CSAfr (0.67 vs 0.47, p 0.003) y para músculos multifidos con CSAfr (0.29 vs 0.14, p 0.005).

Todas estas asociaciones se observaron en pacientes sometidos a instrumentación lumbar + rehabilitación.

CONCLUSIÓN:

En este trabajo se muestra que los parámetros cuantitativos de los músculos paraespinales y multifidos, particularmente las mediciones funcionales, las funcionales relativas y la infiltración grasa, tienen una asociación con los resultados del dolor y la funcionalidad en los pacientes sometidos a cirugía lumbar + rehabilitación. De las mediciones, el CSAfr de los músculos multifidos fue el que presentó mayor relevancia, tanto para la disminución de dolor como para la mejoría funcional del paciente.

II. MARCO TEORICO

El dolor lumbar o lumbalgia es considerado la principal causa de discapacidad dado que su incidencia a lo largo de la vida es del 51-84%; además, es la segunda causa de consulta en el primer nivel de atención (1). Es un padecimiento multifactorial, que por su temporalidad se puede dividir en agudo cuando tiene una duración menor a 12 semanas, y crónico cuando sobrepasa este tiempo. Aunque esta clasificación es subjetiva, es útil para establecer pronóstico y tratamiento pues cerca del 70% remite en menos de 6 meses, siendo las que remiten antes de 12 semanas las que presentan mejor pronóstico. La lumbalgia aguda se hace crónica hasta en un 65% de los casos y de éstos, el 15-40% se recuperan en menos de un año (2). Cuando la lumbalgia se cronifica, el pronóstico de remisión empeora, en particular cuando se acompaña de síntomas radiculares (3).

Un estudio en Japón con 1005 participantes mayores de 67 años encontró que la prevalencia de dolor crónico con componente radicular es de 9.7%, y una de sus principales causas es la estenosis espinal (4). La estenosis espinal se refiere al estrechamiento del canal espinal causando síntomas clínicos secundarios al compromiso radicular y puede involucrar a la columna cervical, torácica o lumbar, recibiendo respectivamente los nombres de conducto cervical estrecho, conducto torácico estrecho y conducto lumbar estrecho (CLE) (5). De las tres localizaciones la más frecuente es el CLE, ya que es la región afectada en el 70% de los casos de estenosis espinal; es una patología crónica, evolutiva que afecta principalmente a adultos de la sexta y séptima décadas de la vida. Está asociado a dolor de espalda baja y es la primera causa de cirugía de columna en estos pacientes (6-9). Las estructuras anatómicas involucradas en esta patología incluyen cuerpo vertebral, disco intervertebral, articulación facetaria, músculos paraespinales, ligamento amarillo y estructuras neurovasculares (2,6,8).

El diagnóstico se realiza mediante valoración clínica y estudios complementarios, tales como resonancia magnética y electrodiagnóstico; sin embargo, no existe un consenso sobre la aproximación diagnóstica más precisa (8,10,11).

Los principales datos clínicos asociados al CLE son el dolor lumbar y el dolor en glúteos o piernas, los cuales empeoran con la marcha y mejoran al sentarse o al caminar con ligera flexión de cadera, a lo cual se le conoce como claudicación neurogénica. Puede ser unilateral o bilateral. En la exploración física encontramos además de dolor, debilidad en extremidades inferiores, arcos de movilidad de la columna lumbar limitados, contracturas musculares, debilidad muscular, calambres nocturnos y alteración de la sensibilidad (5,8,12).

Desde una perspectiva anatómica, el CLE se describe como una disminución del área de sección transversal del canal espinal central $<75 \text{ mm}^2$, la cual se mide por estudio de rayos X, imagen de resonancia magnética (IRM), tomografía computarizada (TC), ultrasonido (US) y mielografía (13).

EL CLE ocurre con mayor frecuencia en el nivel L4-L5, seguido de L3-L4 y L5-S1, aunque también afecta simultáneamente a múltiples niveles (5,6). Un CLE puede definirse como una disminución en el diámetro antero-posterior menor a 10 mm, medido a partir del margen posterior del disco intervertebral y la unión del ligamento amarillo (8,14).

El CLE se puede clasificar de acuerdo a los elementos descriptivos por su etiología (adquirida, congénita o ambas), localización (central, lateral, foraminal y extraforaminal) y gravedad (leve, moderada o grave). Existen componentes adicionales que pueden hacer difícil su clasificación, por ejemplo cuando se asocia a escoliosis y/o espondilolistesis degenerativa (4,6,7). Actualmente no se ha encontrado una asociación directa entre los síntomas del paciente, las escalas de funcionalidad, la escala visual análoga del dolor y la deficiencia anatómica; inclusive 20-30% de los pacientes asintomáticos se clasifican anatómicamente con CLE. Como consecuencia, la correlación de los síntomas y los hallazgos del examen físico con los resultados de las imágenes es necesaria cuando se requiere un diagnóstico definitivo, y cuando se consideran las intervenciones invasivas. (5,8,13).

Como se ha mencionado, la correlación anátomo-funcional del CLE y el dolor no es siempre positiva (13,15), por lo que se ha considerado que existen otros factores que determinan las características clínicas de los pacientes con CLE (16–18). Se ha mostrado que existe una participación importante de los músculos encargados de la erección de la columna y los multifidos (músculos paraespinales), en particular el papel del trofismo de los mismos ha tratado de ser evidenciado (14,19,20). Panjabi describe un modelo de estabilidad de la columna vertebral que hace referencia a la relación que existe entre los músculos paraespinales, la columna vertebral y el control neural, cualquier alteración en uno o más de estos conduce a alteraciones en la biomecánica de los músculos multifidos y puede condicionar dolor lumbar crónico. De hecho, los programas de terapia física están enfocados en fortalecer a los músculos estabilizadores de la columna como los erectores de columna, el transverso del abdomen y los multifidos, esto ha resultado en mejoría de la clínica y disminución de recurrencias a largo plazo (21,22).

Existen estudios que han encontrado resultados diversos cuando se ha estudiado la participación muscular en las características clínicas del CLE (20,23–26).

Algunos estudios muestran que cuando se valora el trofismo de los músculos paraespinales a través de la sección transversal, no se correlaciona con el dolor o el cuadro clínico de los pacientes (9).

Sin embargo, cuando se valora el músculo a través del área de sección transversal funcional, es decir cuando se calcula la masa muscular neta descontando la infiltración grasa, entonces los resultados presentan una mejor correlación. Esto hace pensar que una medida efectiva del trofismo muscular se encuentra una vez que se considera el grado de infiltración grasa.

Pronóstico:

El síntoma característico en el CLE es la claudicación neurogénica y el dolor, por lo que dentro del abordaje es importante valorar el dolor, su localización y su cambio a lo largo del tiempo como resultado de las intervenciones. La valoración del dolor es subjetiva y de forma frecuente se utiliza la escala visual análoga de dolor para dar seguimiento de los pacientes, sin embargo, su correlación con los estudios anatómicos es pobre. El dolor solo es parte de un abordaje integral de los pacientes, y en general se reconoce que la intensidad del dolor es un parámetro que influye, pero la valoración funcional del paciente es más importante. Para la valoración del paciente con dolor lumbar crónico y agudo se han desarrollado diversas escalas que nos permiten objetivar la presentación clínica: índice de discapacidad de Oswestry (ODI) y cuestionario de discapacidad de Roland Morris (RMQ), entre otras (25–27).

En general no se ha encontrado una relación entre los síntomas referidos por el paciente, los resultados de las escalas funcionales (ODI, RMQ), la escala visual análoga (EVA) y el deterioro anatómico evaluado habitualmente a través de mediciones del diámetro o circunferencia del canal medular y/o foramen neural en pacientes con CLE (13), por lo que se vuelve necesario encontrar otras alternativas que nos ayuden a predecir que pacientes tendrán una mejor respuesta al tratamiento conservador o quirúrgico.

a. ANTECEDENTES

La sintomatología y el deterioro funcional que presentan los pacientes con conducto lumbar estrecho se encuentra poco relacionada con la estrechez del canal reportado por estudios de imagen. Esto conduce a pensar que el origen de la sintomatología podría asociarse con estructuras no óseas. Existen algunos estudios de imagen que relacionan la sintomatología de los pacientes con CLE y la morfología de los músculos estabilizadores de la espalda (multífidos, psoas mayor, paravertebrales) (12,28).

La morfología muscular es una medida cuantitativa, esta puede ser obtenida a través del área de la sección transversal (CSA), aunque es difícil de usar en el análisis interpersonal ya que está relacionada con la talla, edad, género, nivel de discapacidad del paciente, por lo que puede no ser una buena medida que correlacione con la sintomatología del paciente, como lo muestra el estudio de Gellhorn et al. (8,29). Inclusive, una revisión sistemática reciente encontró evidencia limitada sobre la relación entre el área de sección transversal de los multífidos y su predicción de dolor de espalda baja hasta a 12 meses solo en hombres (17).

Una revisión sistemática reciente muestra que existe evidencia poco clara sobre la relación entre la infiltración grasa de multifidos, psoas o paraespinales cuando se comparan en pacientes con dolor de espalda baja (17).

Sin embargo, en estudios realizados en pacientes con CLE se ha mostrado la relación entre escalas funcionales y grado de infiltración grasa sobre todo a nivel de L4-L5 en músculos multifidos (28), lo que deja abierta la pregunta sobre la relevancia de la infiltración grasa en el CLE. Algunos factores relacionados con la degeneración muscular como la edad, el sexo y el índice de masa corporal, se considera que juegan un papel importante en la clínica que presentan los pacientes con CLE, sin embargo siguen siendo inciertos debido a la variabilidad que existe en la población (16,28).

Existen estudios que muestran que la terapia física mejora la calidad de vida y disminuye la sintomatología de los pacientes con CLE. Aunque no existe un consenso sobre el tipo de terapia física más apropiada, la disminución del dolor es referida por cerca del 50% de los pacientes (25). A pesar de los esfuerzos realizados para el control de la sintomatología en estos pacientes, cerca del 30% permanecen con síntomas (28).

Se ha mostrado que la terapia física puede ser útil para el tratamiento del CLE, y recientemente se han realizado estudios sobre la calidad muscular y la lumbalgia crónica que han mostrado que los pacientes con mejor calidad muscular presentan una reducción significativa de la sintomatología. Esto nos permite intuir que en el caso particular del CLE, el pobre control sintomatológico, puede estar relacionado con una pobre calidad muscular (12), y que el beneficio de la terapia física se relaciona con una mejor calidad de los músculos de la espalda (25).

En la búsqueda de un pronóstico adecuado, se ha estudiado la relación que tiene la estructura muscular con el dolor crónico de espalda baja, y se ha encontrado que la sección transversal de los músculos multifidos se relaciona directamente con el dolor con una predicción a doce meses en pacientes de sexo masculino, aunque esta relación es débil (17).

Recientemente Fortín y cols., mostraron que el grado de infiltración grasa en los músculos multifidos se encuentra relacionada con el estado de funcionalidad del paciente medido a través del índice de discapacidad de Oswestry, aunque en este estudio no se encontró una asociación entre el dolor, la estenosis espinal y la sección transversal con los resultados funcionales (16). En un estudio realizado por Shahidi y cols., encontraron que los pacientes con patología lumbar tenían un mayor porcentaje de infiltración grasa en multifidos en comparación con valores normativos para población sana (30).

Chen y cols., por su parte reportaron que el área de sección transversal relativa (área de sección transversal del músculo dividida sobre el área de sección transversal del cuerpo vertebral) del psoas y la infiltración grasa de los multífidus pueden ser factores predictores del desempeño funcional de pacientes con CLE (28).

La importancia de la infiltración grasa en relación al dolor y discapacidad ha sido observada además en la mielopatía espondilótica cervical, una patología asociada también a cambios degenerativos (31).

Sin embargo, se debe tener precaución en las mediciones realizadas pues existe evidencia de que el grado de infiltración grasa es mayor entre más caudal sea la medida y que el patrón de aumento de la infiltración grasa es dependiente de la edad y la población estudiada. Asimismo, se debe considerar que algunos resultados muestran que los síntomas unilaterales no correlacionan bien con la morfología del músculo (32).

De los estudios realizados en CLE, la mayoría han sido diseños transversales, solamente Zotti y cols realizaron un estudio longitudinal en 66 sujetos con diagnóstico de CLE y sometidos a cirugía. Utilizaron el área de sección transversal tradicional en los multífidus y reportaron que fue un buen predictor de la mejoría clínica alcanzada a 2 años (33).

A pesar de la evidencia que muestra la asociación de alteraciones en la morfología de los músculos paraespinales como la infiltración grasa o el área muscular, los resultados son controvertidos. Se sabe poco de éstos parámetros como predictores de dolor o limitación funcional posterior a una intervención (conservadora o quirúrgica) en pacientes con CLE.

De aquí, en este proyecto planteamos como hipótesis que los pacientes con CLE que presentan una mejor calidad muscular de los paraespinales (medida a través de su área de sección transversal funcional y funcional relativa) y menor infiltración grasa, tendrán una mejor respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico que aquellos que con menor calidad y mayor infiltración grasa a 1 año de iniciado el tratamiento.

III. JUSTIFICACIÓN

En México existe una gran población que acude a consulta médica por dolor de espalda baja, y es una causa importante de discapacidad, limitación funcional y ausencia laboral. El Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra (INRLGII) es un centro de referencia para pacientes con CLE, siendo una de los principales motivos de consulta en los servicios de cirugía y rehabilitación de columna.

Aún es escasa la evidencia en CLE sobre las implicaciones de los hallazgos de resonancia magnética y los principales músculos estabilizadores.

En el INRLGII se cuenta con los recursos materiales y humanos para la realización del estudio. A los pacientes que ingresan al Instituto se les aplican escalas de valoración funcional (Oswestry y Roland Morris) y escalas del dolor (EVA).

Con estos datos se pretende realizar evaluaciones al año de iniciada la intervención, que nos permitan demostrar si una mejor calidad muscular conlleva un mejor pronóstico o respuesta al tratamiento.

Las implicaciones de los resultados nos permitirán mejorar nuestro conocimiento y potencialmente mejorar la toma de decisiones terapéuticas.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conducto lumbar estrecho es una entidad que afecta a personas de la sexta y séptima décadas de la vida, generando dolor y limitación funcional en los pacientes; es la principal causa de manejo quirúrgico en pacientes con patología lumbar. Su incidencia ha incrementado por el aumento en la sobrevivencia de la población y las mejoras en la calidad y disponibilidad de estudios radiológicos.

Actualmente se dispone de pocos estudios donde se reporte la relación que existe entre la degeneración de la morfología muscular medida con el área de sección transversal obtenida por IRM, el grado de discapacidad y la respuesta al tratamiento en estos pacientes.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Es el CSA de los músculos paraespinales y multifidos un predictor de dolor y discapacidad en pacientes con conducto lumbar estrecho?

VI. HIPÓTESIS

Existe una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y la respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico en cuanto a disminución del dolor y mejoría en escalas funcionales de discapacidad (Roland Morris y Oswestry) a un año de seguimiento en pacientes con CLE.

VII. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Demostrar una asociación entre diferentes áreas de sección transversal de los músculos paraespinales y la respuesta al tratamiento a un año de seguimiento en pacientes con CLE.

b. Objetivos específicos

- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento conservador en disminución del dolor a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una correlación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento de infiltración y postquirúrgico en disminución del dolor a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento conservador en la mejoría en el índice de discapacidad de Oswestry a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento de infiltración y postquirúrgico en la mejoría en el índice de discapacidad de Oswestry a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento conservador en la mejoría en la escala de Roland Morris a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a tratamiento de infiltración y postquirúrgico en la mejoría en la escala de Roland Morris a un año de seguimiento en pacientes con conducto lumbar estrecho.

c. Objetivos secundarios

- Demostrar una asociación entre el porcentaje de infiltración grasa de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal relativa de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico en pacientes con conducto lumbar estrecho.
- Demostrar una asociación entre el área de sección transversal funcional relativa de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta al tratamiento conservador y/o quirúrgico en pacientes con conducto lumbar estrecho.

VIII. MATERIAL Y METODOS

- a. **Diseño del Estudio:** cohorte ambispectiva.
- b. **Descripción del Universo de trabajo:** Pacientes adultos con diagnóstico de conducto lumbar estrecho de 50 a 80 años de edad que acudan al Instituto Nacional De Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.
- c. **Tamaño de la Muestra:** Se calculó a partir de la fórmula para la diferencia de dos proporciones, basados en el artículo de Zotti y cols., donde determinan un punto de corte para el área de sección transversal de los músculos paraespinales. Encuentran que los pacientes con un área menor a 8.5 cm² presentan una mejoría en el ODI (cambio en la escala mayor al 40%) en 32% de los pacientes y aquellos con un área mayor a 8.5 cm² tienen una mejoría en 68% de los pacientes. De esta forma determinamos $p_1=.32$, $p_2=.68$; se desea un intervalo de confianza del 95% y una potencia estadística del 80% por lo que se necesitarán en total 60 pacientes.
- d. **Criterios de Inclusión:**
 - Pacientes de 50 a 80 años de edad
 - Con estudio de resonancia magnética basal
 - Con diagnóstico de imagen de conducto lumbar estrecho
 - Que cuenten con escalas de valoración funcional (EVA, ODI, RMQ) al inicio del estudio
- e. **Criterios de eliminación:**
 - Pacientes que falten a su cita anual de seguimiento en rehabilitación y no puedan ser contactados para aplicar las escalas de valoración funcional.
- f. **Criterios de exclusión:**
 - Pacientes que hayan recibido una intervención de rehabilitación o cirugía de columna previa a la realización de la resonancia magnética.
 - Pacientes con estudios de resonancia magnética realizados en otra Institución.

g. Definición operativa de las variables, unidades de medida y escalas de medición:

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad / Valores
Variable de clasificación				
Conducto lumbar estrecho	Reducción del diámetro en el conducto espinal, de los canales laterales y/o de los forámenes.	Conducto espinal menor de 10 mm en la medición del diámetro en una proyección axial del segmento L3-L4, L4-L5 o L5-S1.	Cuantitativa continua	Milímetros
Variables Independientes				
Área de sección transversal de los músculos paraespinales	Método utilizado para medir la masa muscular de un determinado sitio en un músculo o grupo muscular Específico	Se medirá el área de los músculos paraespinales en dos segmentos diferentes: 1.- Segmento L4-L5 2.- Segmento más afectado	Cuantitativa de razón	Milímetros cuadrados
Área de sección transversal de los músculos multifidos	Método utilizado para medir la masa muscular de un determinado sitio en un músculo o grupo muscular Específico	Se medirá el área de los músculos multifidos en dos segmentos diferentes: 1.- Segmento L4-L5 2.- Segmento más afectado	Cuantitativa de razón	Milímetros cuadrados
Infiltración grasa de músculos paraespinales	Depósito de grasa de forma difusa en un músculo	Se obtendrá a partir del programa ImageJ a través de un histograma de intensidades donde se determinará el porcentaje de intensidades que corresponden a grasa en relación al área total.	Cuantitativa de razón	Porcentaje
Infiltración grasa de músculos multifidos	Depósito de grasa de forma difusa en un músculo	Se obtendrá a partir del programa ImageJ a través de un histograma de intensidades donde se determinará el porcentaje de intensidades que corresponden a grasa en relación al área total.	Cuantitativa de razón	Porcentaje

Área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales	Cantidad de masa muscular total en un determinado segmento una vez que se elimina el porcentaje de infiltración grasa	Se obtendrá a partir del área de sección transversal de los músculos paraespinales menos el porcentaje de infiltración grasa	Cuantitativa de razón	Milímetros cuadrados
Área de sección transversal funcional de los músculos multifidos	Cantidad de masa muscular total en un determinado segmento una vez que se elimina el porcentaje de infiltración grasa	Se obtendrá a partir del área de sección transversal de los músculos multifidos menos el porcentaje de infiltración grasa	Cuantitativa de razón	Milímetros cuadrados
Área de sección transversal relativa de músculos paraespinales	Cantidad de masa muscular total en un determinado segmento ajustado al tamaño de su cuerpo vertebral	Se obtendrá dividiendo el área de sección transversal de los músculos paraespinales entre el área de sección transversal del cuerpo vertebral inferior correspondiente al segmento evaluado	Cuantitativa de razón	Razón
Área de sección transversal relativa de músculos multifidos	Cantidad de masa muscular total en un determinado segmento ajustado al tamaño de su cuerpo vertebral	Se obtendrá dividiendo el área de sección transversal de los músculos multifidos entre el área de sección transversal del cuerpo vertebral inferior correspondiente al segmento evaluado	Cuantitativa de razón	Razón
Área de sección transversal funcional relativa de músculos paraespinales	Cantidad de masa muscular total eliminando la grasa infiltrada en un determinado segmento ajustado al tamaño de su cuerpo vertebral	Se obtendrá dividiendo el área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales entre el área de sección transversal del cuerpo vertebral inferior correspondiente al segmento evaluado	Cuantitativa de razón	Razón
Área de sección transversal funcional relativa	Cantidad de masa muscular total eliminando la grasa	Se obtendrá dividiendo el área de sección transversal funcional de	Cuantitativa de razón	Razón

de músculos multifidos	infiltrada en un determinado segmento ajustado al tamaño de su cuerpo vertebral	los músculos multifidos entre el área de sección transversal del cuerpo vertebral inferior correspondiente al segmento evaluado		
Variables confusoras				
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Número de años cumplidos, según fecha de nacimiento	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer y puede ser femenino o masculino	Sexo referido por el paciente durante el interrogatorio: 1.- Masculino 2.- Femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica	0 = Masculino 1 = Femenino
Peso	Resultado de la acción de la gravedad sobre las moléculas de un cuerpo. El peso refleja la reserva energética (tejido adiposo y masa muscular) del organismo.	Registro obtenido en kilogramos de una persona mediante una báscula	Cuantitativa continua	Kilogramos
Índice de masa corporal	Índice sobre la relación entre el peso y la altura, generalmente utilizado para clasificar el peso insuficiente, el peso excesivo y la obesidad en los adultos.	Se obtendrá al dividir el peso del paciente en kilogramos sobre la talla obtenida en metros por un estadímetro.	Cuantitativa de razón	Kg/m ²
Tiempo de claudicación neurogénica	Periodo determinado durante el que se presenta dolor lumbar y el dolor en glúteos o en piernas, los cuales empeoran con la marcha y mejoran al	Se medirá el tiempo que refiere tardar una persona en presentar dolor o debilidad de miembros pélvicos que impidan continuar con la marcha.	Cuantitativa de razón	Minutos

	sentarse o al caminar con ligera flexión de cadera			
Diabetes Mellitus tipo 2	Enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce.	Entidad clínica crónica que presenta elevación de cifras de glicemia	Cualitativa Nominal Dicotómica	0= ausente 1= presente
Tabaquismo	Enfermedad adictiva crónica que evoluciona con recaídas	Referido por el paciente	Cualitativa Nominal Dicotómica	0= ausente 1= presente
Síndrome clínico	Conjunto de signos y síntomas	Manifestación clínica más importante por la que el paciente acude a consulta: <ul style="list-style-type: none"> • Lumbalgia • Ciática • Claudicación neurogénica 	Cualitativa Nominal Policotómica	0 = Lumbalgia 1 = Ciática 2 = Claudicación neurogénica
Modalidad de Rehabilitación	Proceso complejo que resulta de la aplicación integrada de muchos procedimientos para lograr que el individuo recupere su estado funcional óptimo, tanto en el hogar como en la comunidad en la medida que lo permitan la utilización apropiada de todas sus capacidades residuales	Método terapéutico de rehabilitación empleado para el manejo del conducto lumbar estrecho posterior a la valoración inicial de rehabilitación	Cualitativa Nominal Policotómica	0 = Sin tratamiento 1 = Ejercicios de estabilización 2 = Ejercicios de Williams 3 = Fortalecimiento isométrico 4= Tanque terapéutico
Variables Dependientes				
Escala Visual Análoga (EVA)	Consiste en una línea horizontal de	Se medirá la intensidad del dolor que describa el	Cuantitativa	Milímetros

	<p>100 milímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma. En el izquierdo se ubica la ausencia o menor intensidad y en el derecho la mayor intensidad. Se pide al paciente que marque en la línea el punto que indique la intensidad y se mide con una regla milimetrada. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros.</p>	<p>paciente durante los últimos 7 días a través de una línea horizontal que puede ir desde 0 hasta 100 milímetros</p>	<p>de razón</p>	
<p>Índice de discapacidad de Oswestry (ODI)</p>	<p>Cuestionario autoaplicado, específico para dolor lumbar, que mide las limitaciones en las actividades cotidianas. Consta de 10 preguntas con 6 posibilidades de respuesta cada una. La primera pregunta hace referencia a la intensidad del dolor, precisando en las distintas opciones la respuesta a la toma de analgésicos. Los restantes ítem incluyen actividades básicas de la vida diaria que pueden afectarse por el dolor (cuidados</p>	<p>Se aplicará la escala y se obtendrá un porcentaje a través del puntaje obtenido en relación al máximo posible de acuerdo de acuerdo al número de ítems que aplican para el paciente.</p>	<p>Cuantitativa de razón</p>	<p>Porcentaje</p>

	personales, levantar peso, andar, estar sentado, estar de pie, dormir, actividad sexual, vida social y viajar).			
Cuestionario de Roland Morris (RMQ)	Cuestionario autoaplicado que sirve para determinar de manera fiable el grado de discapacidad física derivado de la lumbalgia. El paciente tiene que señalar las frases que se aplican a su caso concreto en ese momento y no las referidas a la situación en la que ha estado en el pasado o cree que pueden estar en el futuro.	Se sumarán el número de ítems seleccionados por el paciente y se obtendrá un valor absoluto que puede ir desde 0 hasta 24.	Cuantitativa de razón	0= ausencia de incapacidad 24= máxima incapacidad

h. Descripción operativa del estudio

En este estudio se tomaron en cuenta a pacientes que acudieron al área de consulta externa del servicio de rehabilitación de columna y cirugía de columna, se tomaron los datos del expediente clínico electrónico de aquellos pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

Posteriormente se hizo un análisis cuantitativo de estudios de IRM lumbar realizados en este INR LGII de los pacientes con diagnóstico de CLE; con el programa ImageJ se hizo la medición del CSA para los músculos paraespinales y multifidos por dos personas. Se hizo la correlación entre resultados de escalas pre y postintervención a los 12 meses de seguimiento, estas fueron aplicadas por personal médico adscrito al servicio de rehabilitación de columna para las escalas previas a la intervención, y por el autor para las escalas postintervención.

IX. ANALISIS ESTADISTICO.

Se realizó un análisis del tipo de distribución que seguían las variables de interés mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnof encontrando que la distribución de las mismas no era normal. Por lo que las medidas de tendencia central y de dispersión que se utilizaron fueron medianas y rango intercuartil; para las variables dicotómicas se reportaron frecuencias y porcentajes. Para el análisis inferencial se consideró significancia estadística si $p \leq 0.05$.

Para determinar la confiabilidad de los parámetros musculares cuantitativos obtenidos mediante el programa ImageJ del CSA se realizaron dos mediciones de cada parámetro por dos evaluadores cegados a los desenlaces clínicos; se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC), con el modelo de efectos mixtos y se consideraron con excelentes resultados aquellos con un $ICC \geq 0.75$.

Se valoraron los cambios en las escalas funcionales y de dolor estratificados por el tipo de manejo mediante la prueba de rangos de Wilcoxon.

Para la comparación de los parámetros musculares cuantitativos ajustados por las variables sociodemográficas y comorbilidades se utilizaron las pruebas U de Mann Whitney o de Krustall–Wallis para muestras independientes, según correspondiera a una variable dicotómica o no.

El análisis de correlación entre los parámetros musculares con las variables sociodemográficas, y las escalas funcionales y de dolor, se realizó con el coeficiente de correlación de Spearman.

Para medir la asociación de los parámetros musculares cuantitativos con los cambios clínicos relevantes en dolor y funcionalidad, se realizó una dicotomización de la EVA lumbar, ODI y RMQ. Para esto, se tomó como cambio clínico relevante lo propuesto por Magne y cols (2019), donde se proponen los siguientes puntos de corte: Cambio en EVA lumbar $>33\%$, cambio en ODI $>30\%$, además se consideró mejoría clínica relevante en RMQ ≥ 3 (Makris 2017). Para obtener la significancia se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

Para definir los puntos de corte significativos en los parámetros musculares cuantitativos que permitieran predecir cambios clínicos relevantes en el ODI se analizaron curvas ROC para cada tipo de manejo donde se determinó el parámetro que clasificaba mejor a los pacientes. Para evaluar la significancia se utilizó la prueba exacta de Fisher.

X. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS

Se determinó a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, se analizaron los estudios de resonancia magnética para obtener el área de sección transversal de los músculos paraespinales/multífidos, el grado de infiltración grasa y todos los parámetros previamente descritos.

Las mediciones radiográficas fueron llevadas a cabo por 2 evaluadores cegados a las escalas funcionales, que recibieron un entrenamiento previo para utilizar el software. Posteriormente, cada evaluador analizó el mismo set de 30 resonancias magnéticas para determinar la confiabilidad interobservador a través del coeficiente de correlación intraclase. Cabe mencionar que en estudios previos se ha reportado una buena confiabilidad de esta prueba con valores que van de 0.79 a 0.99 (22,27,34).

Se registraron los resultados iniciales y finales de las escalas de valoración funcional. A continuación, se describen cada uno de los procedimientos:

- Área de sección transversal de los músculos paraespinales y multífidos:

Se realizará con un equipo de resonancia magnética marca General Electric 1.5 Teslas Modelo Sigma HDX.

Las mediciones se realizaron con el programa ImageJ (ImageJ, versión 1.43, Institutos Nacionales de Salud, Bethesda, Maryland, USA). Cada corte analizado fue calibrado para ajustar la escala de medición al tamaño real de las estructuras. Para delimitar el CSA se utilizó la herramienta de selección de polígono. Se valoraron los segmentos musculares a nivel de la plataforma superior de L5 en espacio intervertebral L4-L5 en secuencias en T2, donde se tomó el área en mm^2 de los músculos paraespinales (fig. 1) y de los multífidos (fig. 2) de dichos segmentos. Se determinó utilizar esta técnica ya que ha sido descrita en otros artículos donde se reporta que la plataforma superior de L5 muestra el área de sección transversal más grande con la menor desviación estándar (8).

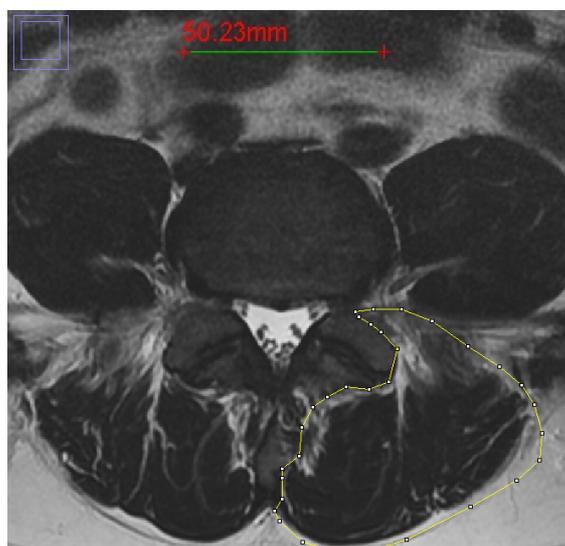


Figura 1: Área de sección transversal de los músculos paraespinales.

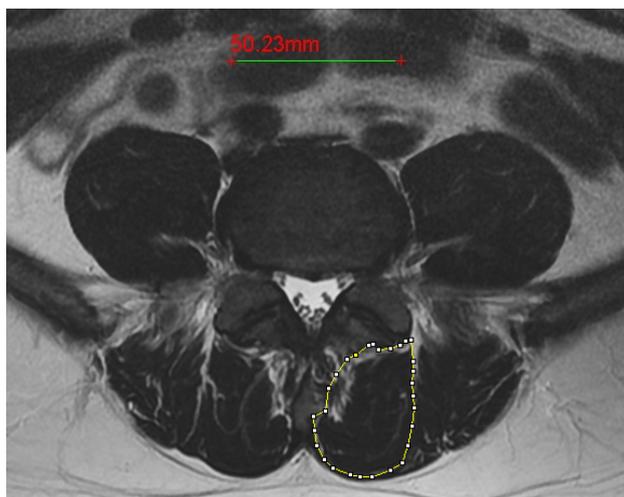


Figura 2: Área de sección transversal de los músculos multifidos.

- Porcentaje de infiltración grasa de los músculos paraespinales y multifidos:

Se realizó a través del programa ImageJ, donde se determinó un punto de corte para la intensidad de señal del tejido muscular magro en pixeles. El rango de escala de grises para el tejido muscular magro se estableció para cada paciente, en cada corte. Se tomaron 6 regiones de muestra de interés (ROI, por sus siglas en inglés) dentro del grupo de músculos paraespinales bilateral (multifidos y erectores espinales) de áreas de tejido muscular magro visibles en cada corte. Si se encontró un músculo paraespinal atrofiado con una infiltración grasa significativa, se tuvo cuidado de evitar la inclusión de cualquier pixel visible de grasa. El valor máximo adquirido de las ROI de la muestra se utilizó como el umbral más alto para distinguir el tejido muscular de la grasa, el límite inferior se determinó en 0 como se ha reportado en otros estudios ((27) dado que los valores de señal del músculo mínimos suelen oscilar entre 0 y 1. Una vez determinados los rangos de intensidad de señal de músculo y de grasa, se obtuvo el número de pixeles que corresponde a grasa con respecto al total y se obtuvo un porcentaje (figura 3).

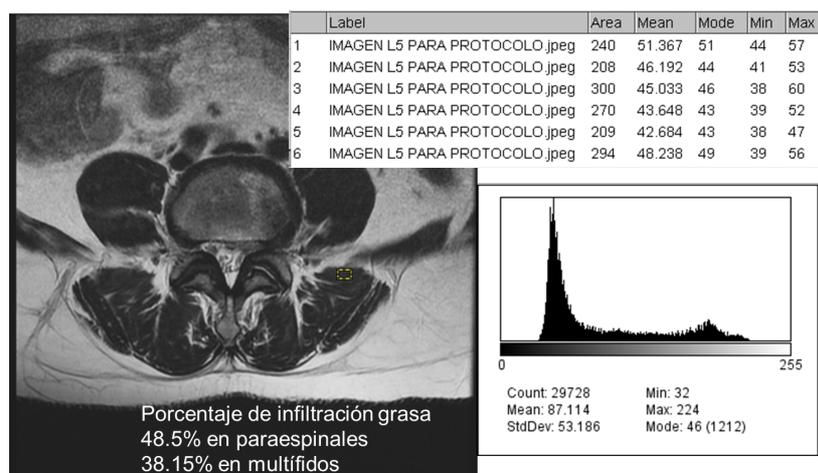


Figura 3: Con el programa ImageJ se puede calcular el porcentaje de infiltración grasa. En la parte superior derecha se observa las 6 muestras tomadas a partir del tejido muscular magro donde se determina un umbral máximo de 60. Con el histograma ubicado en la parte inferior derecha se obtiene que 48.5% del área total de músculos paraespinales y el 38.15% de los multifidos corresponde a grasa.

- Área de sección transversal funcional de los músculos paraespinales y multifidos:

Se obtuvo a partir del área de sección transversal multiplicada por el porcentaje correspondiente a tejido muscular magro.

- Área de sección transversal de los músculos paraespinales y multifidos:

Se obtuvo de la división entre el área de sección transversal y el área del cuerpo vertebral del segmento medido.

- Área de sección transversal relativa de los músculos paraespinales y multifidos:

Se obtuvo de la división entre el área de sección transversal funcional y el área del cuerpo vertebral del segmento medido.

- Escala visual análoga (EVA):

Se registró el resultado en milímetros para dolor lumbar y dolor de pierna reportado en la nota inicial de rehabilitación de columna (pacientes con manejo conservador) o en la nota de interconsulta del paciente hospitalizado (pacientes con manejo quirúrgico o infiltración), y en el reportado en la evaluación anual.

- Índice de discapacidad de Oswestry (ODI):

Se registró el resultado en porcentaje reportado en la nota inicial de rehabilitación de columna (pacientes con manejo conservador) o en la nota de interconsulta del paciente hospitalizado (pacientes con manejo quirúrgico o infiltración), y en el reportado en la evaluación anual.

- Cuestionario de Roland Morris (RMQ):

Se registró el resultado en puntaje total reportado en la nota inicial de rehabilitación de columna (pacientes con manejo conservador) o en la nota de interconsulta del paciente hospitalizado (pacientes con manejo quirúrgico o infiltración), y en el reportado en la evaluación anual.

XI. ASPECTOS ETICOS

De acuerdo al artículo 17 de la Ley General de Salud en materia de investigación el presente trabajo se considera como investigación sin riesgo. Incluye información contenida en el expediente clínico, además no se realizó ninguna intervención en los pacientes.

El protocolo se sometió a la comisión de investigación del INR y fue aprobado con el número de registro 01/2019.

XII. RESULTADOS

Posterior al proceso de inclusión y exclusión para este estudio, se obtuvo una muestra total de 60 pacientes, de los cuales la mayoría fueron mujeres (63.3%) con una mediana de edad de 60 años (RIC 55-68), talla en mujeres de 1.54 m y en hombre de 1.69 m. Se observa que la mediana del IMC global es de 27.8 kg/m² (Tabla 1).

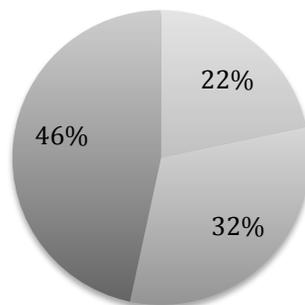
Tabla 1 Características generales de los pacientes incluidos en el protocolo

Variables	N = 60
Edad (años) , mediana (RIC)	60 (55-68)
Sexo	
Hombre	22 (36.7%)
Mujer	38 (63.3%)
Peso (kg) , mediana (RIC)	68 (64-80.5)
• Hombre	80 (72-85)
• Mujer	66 (59.65-72.62)
Talla (m) , mediana (RIC)	1.59 (1.5-1.66)
• Hombre	1.69 (1.65-1.73)
• Mujer	1.54 (1.49-1.59)
Índice de masa corporal (kg/m²) , mediana (RIC)	27.83 (24.83-30.58)
• Hombre	29 (24.16-31.22)
• Mujer	27.63 (24.88-30.4)

RIC (Rango Intercuartil), CLE (Conducto lumbar estrecho)

En el **Gráfico 1**, se observa la respuesta a las diferentes intervenciones realizadas. Destacando que la mayoría de los pacientes recibió manejo quirúrgico + rehabilitación (55%).

Manejo otorgado



■ Rehabilitación ■ IF + Rehabilitación ■ IL + Rehabilitación

Gráfico 1. Manejo otorgado a los pacientes con conducto lumbar estrecho.
IF: infiltración facetaria; IL: instrumentación lumbar.

En el **Gráfico 2**, se muestran las distintas intervenciones terapéuticas de rehabilitación en pacientes con conducto lumbar estrecho del INR. Podemos observar que la mayoría recibió un tratamiento multimodal (55%).

Programa recibido

■ EL ■ Williams ■ FG ■ TT ■ TM

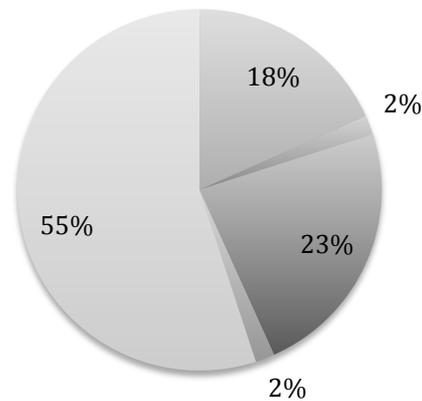


Gráfico 2. Programa de rehabilitación en pacientes con conducto lumbar estrecho.
EL: estabilización lumbar, FG: fortalecimiento en gimnasio, TT: tanque terapéutico, TM: terapia multimodal.

En el **Gráfico 3**, podemos observar que las comorbilidades asociadas en estos pacientes, fue mas frecuente el sedentarismo, seguido del tabaquismo y DM, hay pacientes que pueden presentar combinacion de estas.

Comorbilidades

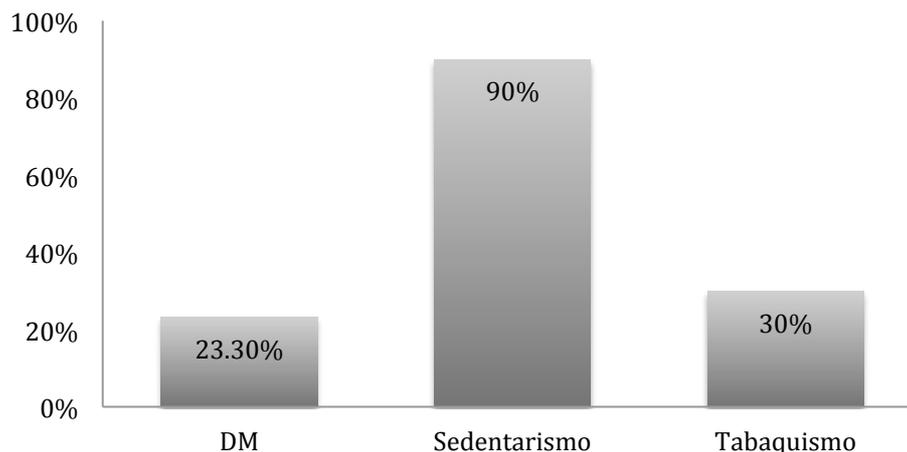


Gráfico 3. Comorbilidades asociadas en pacientes con conducto lumbar estrecho.
DM: diabetes mellitus.

Gráfico 4, se presenta la clínica en estos pacientes. Demostrando que la lumbalgia fue la más frecuente (97%), seguido de la cialgalgia (58%) y la claudicación neurogénica (28%).

Clínica

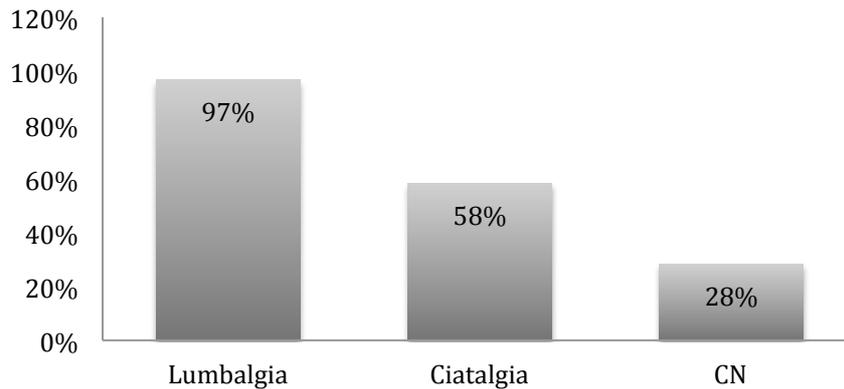


Gráfico 4. Clínica asociada en pacientes con conducto lumbar estrecho.
CN: claudicación neurogénica.

En la **Tabla 2**, se muestran los resultados de confiabilidad de las pruebas para los parámetros musculares. Reportando una buena confiabilidad intra e interobservador (> 0.80) en todas las medidas cuantitativas de los músculos paraespinales y multifidos, excepto para la infiltración grasa de músculos paraespinales donde la confiabilidad interobservador fue de 0.57.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de confiabilidad para los parámetros musculares cuantitativos.

Parámetros de medición	Confiabilidad Intraobservador (Evaluador 1)*	Confiabilidad Intraobservador (Evaluador 2)*	Confiabilidad Interobservador r^*
Área total de músculos PE	0.994	0.975	0.947
Área funcional de músculos PE	0.911	0.986	0.918
Infiltración grasa de músculos PE	0.994	0.962	0.570
Área de cuerpo vertebral L5	0.993	0.987	0.959
Área relativa de músculos PE	0.986	0.974	0.931
Área funcional relativa de músculos PE	0.919	0.980	0.904
Área total de MF	0.994	0.955	0.805
Área funcional de MF	0.996	0.991	0.971
Infiltración grasa de MF	0.997	0.994	0.941
Área relativa de MF	0.987	0.953	0.861
Área funcional relativa de MF	0.991	0.982	0.961

* Se utilizó el coeficiente de correlación intraclass, con el modelo de efectos mixtos. PE: paraespinales, MF: multifidos.

En la **Tabla 3**, se muestra la puntuación de las escalas ODI, EVA lumbar; EVA ciática y el cuestionario de Roland Morris, para los tres tipos de intervención realizada. Todas las intervenciones presentaron mejorías en todas las escalas, con una mediana de cambio pre – post intervención entre 16 y 26.5 puntos para el ODI. En el caso del cuestionario RMQ, también encontramos cambios en el intervalo de 3 – 7 puntos. Para EVA lumbar los cambios son mayores proporcionalmente (22 – 59 mm). Todos los cambios fueron significativos.

Tabla 3 . Cambios en las escalas funcionales de pacientes con conducto lumbar estrecho 12 meses posteriores a iniciar manejo conservador y/o quirúrgico en el INR-LGII.

Escala Funcional	Puntuación		Med del cambio	RIC del cambio	P*
	Pre Mediana (RIC)	Post Mediana (RIC)			
Rehabilitación					
Índice de discapacidad de Oswestry (n=13)	30 (19.5-38)	10 (6-35)	16	2-29	0.05
Cuestionario de Roland Morris (n=13)	12 (5-14.5)	4 (1-6.5)	3	1-11	0.009
Escala visual análoga de dolor lumbar (n=13)	56 (50-72.75)	30 (15-45)	22.5	20-38.75	0.02
Escala visual análoga de Ciática (n=0)	-----	-----	---	-----	---
Infiltración facetaria + Rehabilitación					
Índice de discapacidad de Oswestry (n=19)	48 (41-60)	22 (14-40)	24	20-34	<0.001
Cuestionario de Roland Morris (n=19)	10 (9-18)	6 (4-10)	4	3-9	0.008
Escala visual análoga de dolor lumbar (n=18)	76.5 (64-89.75)	30 (20-40.75)	36	29.75-71.25	<0.001
Escala visual análoga de Ciática (n=16)	78 (47.75-91.5)	30 (10-40)	42	22-58	0.001
Instrumentación lumbar + Rehabilitación					
Índice de discapacidad de Oswestry (n=28)	47 (40-57.75)	16.5 (6.5-37.5)	26.5	12.5-40.75	<0.001
Cuestionario de Roland Morris (n=28)	15 (11.5-19.75)	6 (4-10)	7	3-12	<0.001
Escala visual análoga de dolor lumbar (n=28)	74.5 (59-85)	20 (1.25-37.75)	51	25.25-72.25	<0.001

Escala visual análoga de Ciática (n=22)	75.5 (60.5-90.75)	6 (0-40)	59	27.75-76.5	<0.001
--	----------------------	----------	----	------------	------------------

* Prueba de rangos de Wilcoxon.. Pre: pre intervención, Post: post-intervención, Med: mediana, RIC: rango Intercuartil.

En la Tabla 4, se observan las correlaciones de la edad, peso talla, IMC y escalas de dolor y funcionales con los parámetros musculares cuantitativos; destaca una moderada correlación de la edad, el peso y la talla con los parámetros musculares cuantitativos. La correlación es positiva para la talla y el peso y negativa para la edad, las cuales son estadísticamente significativas para la mayoría de las de los parámetros musculares medidos.

Tabla 4. Coeficientes de Correlación y su significancia de los parámetros musculares cuantitativos con variables sociodemográficas y escalas de dolor y funcionales.

Parámetro cuantitativo de IRM		Edad	Peso	Talla	IMC	Cambio EVA Lumbar	Cambio EVA Ciática	Cambio ODI	Cambio RMQ
Área de Sección Transversal Total de mPE	Correlación*	-.12	.60	.55	.29	.159	.154	.085	.138
	Significancia	.36	<.01	<.01	.06	.234	.371	.520	.297
Área de Sección Transversal Funcional de mPE	Correlación*	-.46	.62	.62	.28	.130	.034	.074	-.032
	Significancia	<.01	<.01	<.01	.06	.330	.845	.572	.812
Porcentaje de infiltración grasa de mPE	Correlación*	.47	-.47	-.51	-.21	-.155	.001	-.051	.080
	Significancia	<.01	<.01	<.01	.17	.244	.995	.700	.545
Área de Sección Transversal Total de Plataforma vertebral L5	Correlación*	.23	.16	.58	-.13	-.178	-.018	.108	.021
	Significancia	.22	.51	<.01	.59	.366	.958	.572	.916
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	Correlación*	-.25	.379	.21	.314	.299	.215	.198	.247
	Significancia	.06	.01	.16	.03	.023	.209	.129	.059

Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	Correlación*	-.60	.57	.45	.35	.266	.151	.111	.063
	Significancia	<.01	<.01	<.01	.02	.043	.379	.401	.635
Área de Sección Transversal Total de mMF	Correlación*	-.23	.370	.331	.20	.203	.054	.099	.113
	Significancia	.07	.01	.03	.20	.127	.753	.453	.393
Área de Sección Transversal Funcional de mMF	Correlación*	-.504	.588	.554	.28	.116	-.007	.027	-.050
	Significancia	<.01	<.01	<.01	.06	.387	.967	.838	.708
Porcentaje de infiltración grasa de mMF	Correlación*	.449	-.452	-.442	-.22	-.075	.010	-.018	.037
	Significancia	<.01	<.01	<.01	.14	.574	.955	.889	.783
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	Correlación*	-.262	.18	.07	.19	.290	.083	.168	.196
	Significancia	.04	.23	.64	.22	.027	.630	.199	.137
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	Correlación*	-.58	.48	.37	.28	.178	.120	.058	-.012
	Significancia	<.01	<.01	.01	.056	.182	.488	.662	.927

IRM: resonancia magnética, ODI: Índice de Discapacidad de Oswestry; RMQ: Cuestionario de Roland Morris; mPE: músculos paraespinales, mMF: músculos multifidos, * Coeficiente de correlación de Spearman

En el **Gráfico 5** se observa la correlación entre la talla y el CSA (total, funcional y relativa) de los músculos paraespinales y multifidos. Solo se muestran los resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Talla

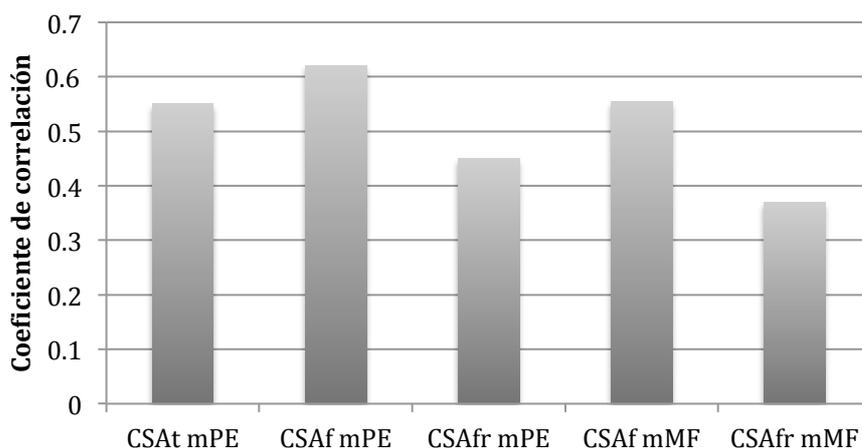


Gráfico 5. Coeficiente de correlación de Spearman, estadísticamente significativo (< 0.5) entre las áreas de la sección transversal de los músculos paraespinales y multifidos y la talla de los pacientes. CSA: área de la sección transversal. CSAAt: total; CSAf: funcional; CSAfr: funcional relativa; mPE: músculos paraespinales; mMF: músculos multifidos.

En el gráfico 6 se observa la correlación entre el peso y el CSA (total, funcional y relativa) de los músculos paraespinales y multifidos. Solo se muestran los resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Peso

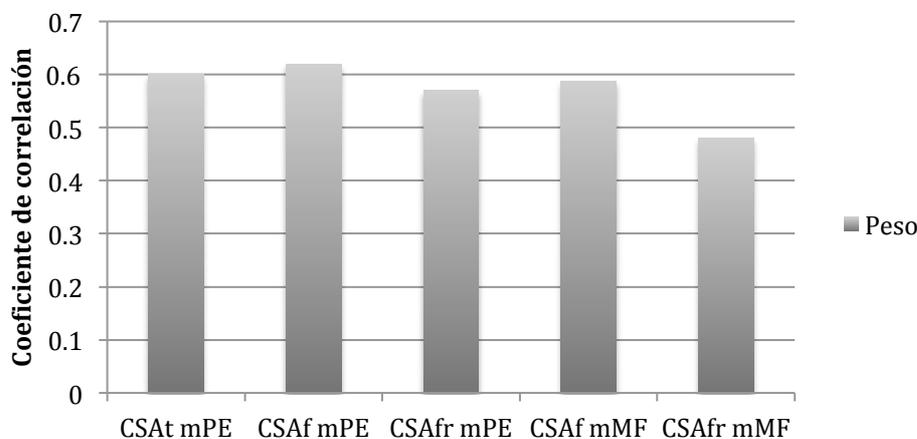


Gráfico 6. Coeficiente de correlación de Spearman estadísticamente significativo (< 0.5) entre las áreas de la sección transversal de los músculos paraespinales y multifidos y el peso de los pacientes. CSA: área de la sección transversal. CSAAt: total; CSAf: funcional; CSAfr: funcional relativa; mPE: músculos paraespinales; mMF: músculos multifidos.

En el gráfico 7 se observa la correlación entre la edad y el CSA (total, funcional y relativa) de los músculos paraespinales y multifidos. Solo se muestran los resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Edad

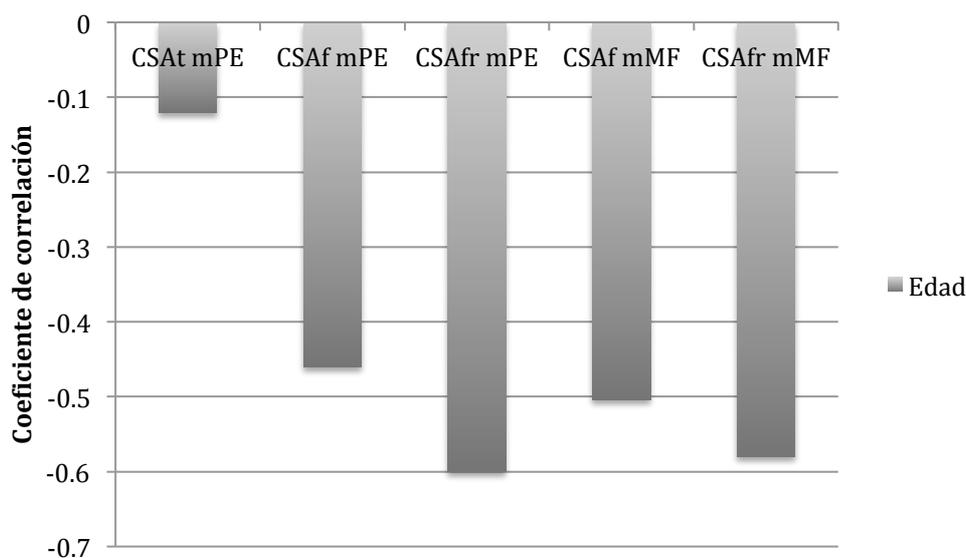


Gráfico 7. Coeficiente de correlación de Spearman, estadísticamente significativo (< 0.5) entre las áreas de la sección transversal de los músculos paraespinales y multifidos y la edad de los pacientes. CSA: área de la sección transversal. CSAAt: total; CSAf: funcional; CSAfr: funcional relativa; mPE: músculos paraespinales; mMF: músculos multifidos.

En la Tabla 5, se muestran los resultados de los parámetros musculares cuantitativos de los músculos paraespinales y multifidos ajustados para cada una de las variables demográficas y las comorbilidades medidas. Podemos mencionar que de forma significativa el CSAf de músculos paraespinales es mayor para hombres que para mujeres y disminuye con la edad; el porcentaje de infiltración grasa de músculos paraespinales es mayor en las mujeres que en los hombres y aumenta con la edad. El CSAfr solamente es estadísticamente significativo para la edad. El CSAf de los multifidos también presentó una disminución significativa con la edad, y fue menor cuando se compara con los hombres. El porcentaje de infiltración grasa es menor en hombres que en mujeres, y aumenta con la edad. El CSAr de los músculos multifidos es menor en mujeres y de forma consistente disminuye con la edad.

Tabla 5. Resultados de los parámetros musculares cuantitativos ajustados por variables sociodemográficas y comorbilidades.

	No. (%)	Mediana (RIC)	P
Área de Sección Transversal Total de Músculos Paraespinales (mm²)			
Total	60 (100%)	2353 (2129.25 - 2719.5)	-
Sexo			
Hombre	22 (36.7%)	2476.5 (2150.62 - 2917.25)	0.121 ^a
Mujer	38 (63.3%)	2303.75 (2112.12 - 2620.12)	
Edad			
50-60 años	28 (46.7%)	2337 (2211.5 - 2755.3750)	0.683 ^b
60-70 años	20 (33.3%)	2323.25 (1868.5 - 2680.13)	
≥70 años	12 (20%)	2388 (2139.88 - 2551.13)	

Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	2337 (2126.88 - 2703.5)	0.675 ^a
	Si	14 (23.3%)	2454.25 (2119.25 - 2747.13)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	2408 (2262.13 - 2800.38)	0.492 ^a
	Si	54 (90%)	2335.75 (2126.88 - 2706)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	2323.75 (2132.75 - 2620.13)	0.170 ^a
	Si	18 (30%)	2464.25 (2112.13 - 3098.38)	

Área de Sección Transversal Funcional de Músculos Paraespinales (mm²)

Total		60 (100%)	1022.25 (809-125 - 1446)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	1361.25 (1030.25 - 1721.25)	0.001^a
Mujer		38 (63.3%)	936.6 (769 - 1194)	
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	1203.25 (946 - 1686.63)	0.018^b
60-70 años		20 (33.3%)	946 (728.13 - 1372.25)	
≥70 años		12 (20%)	899.25 (594.25 - 1219.50)	

Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	1022.25 (805.63 - 1386.5)	0.484 ^a
	Si	14 (23.3%)	1067.5 (882.88 - 162)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	1082.5 (653.75 - 1520.88)	0.782 ^a
	Si	54 (90%)	1022.25 (839.88 - 1436.5)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	977.25 (805.63 - 1259.25)	0.129 ^a
	Si	18 (30%)	1409.00 (865.75 - 1721.25)	

Porcentaje de infiltración grasa de Músculos Paraespinales (%)

Total		60 (100%)	53.22 (43.04 - 64.12)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	44.7 (38.45 - 54.33)	0.001^a
Mujer		38 (63.3%)	57.16 (50 - 69.83)	
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	48.83 (35.91 - 59.04)	0.020^b
60-70 años		20 (33.3%)	54.51 (49.77 - 64.67)	
≥70 años		12 (20%)	61.42 (45.66 - 74.65)	
Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	53.22 (45.53 - 64.85)	0.474 ^a
	Si	14 (23.3%)	51.5 (36.87 - 62.71)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	57.2 (38.13 - 72.2)	0.782 ^a
	Si	54 (90%)	53.22 (42.84 - 63.36)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	54.54 (47.65 - 64.47)	0.358 ^a
	Si	18 (30%)	47.84 (39.38 - 64.10)	

Área de Sección Transversal Relativa de Músculos Paraespinales (mm²)				
Total		60 (100%)	1.61 (1.37-1.85)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	1.54 (1.32 – 1.81)	
Mujer		38 (63.3%)	1.69 (1.50- 1.87)	0.263 ^a
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	1.73 (1.49 - 1.99)	
60-70 años		20 (33.3%)	1.55 (1.28 - 1.73)	
≥70 años		12 (20%)	1.49 (1.17 - 1.94)	0.113 ^b
Comoribilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	1.59 (1.37 - 1.85)	0.972 ^a
	Si	14 (23.3%)	1.66 (1.27 - 1.87)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	2.03 (1.15 - 2.40)	0.259 ^a
	Si	54 (90%)	1.59 (1.37 - 1.81)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	1.56 (1.39 - 1.84)	0.583 ^a
	Si	18 (30%)	1.67 (1.24 - 1.96)	

Área de Sección Transversal Funcional Relativa de Músculos Paraespinales (mm²)				
Total		60 (100%)	0.69 (0.57-0.99)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	0.82 (0.61-.105)	
Mujer		38 (63.3%)	0.66 (0.52 – 0.83)	0.086 ^a
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	0.86 (0.73 - 1.13)	
60-70 años		20 (33.3%)	0.64 (0.51 - 0.84)	
≥70 años		12 (20%)	0.57 (0.45 - 0.67)	< 0.001 ^b
Comoribilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	0.71 (0.58 - 0.9)	0.889 ^a
	Si	14 (23.3%)	0.65 (0.56 - 1.07)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	0.76 (0.46 - 1.2)	0.782 ^a
	Si	54 (90%)	0.68 (0.57 - 0.98)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	0.66 (0.57 - 0.86)	0.197 ^a
	Si	18 (30%)	0.83 (0.62 - 1.10)	

Área de Sección Transversal Total de Multifidos (mm²)				
Total		60 (100%)	864.5 (731.87 – 1003.5)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	891 (757.5 – 1055.25)	
Mujer		38 (63.3%)	807.5 (674 – 999)	0.133 ^a

Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	873.5 (757.5 - 1020.25)	0.431 ^b
60-70 años		20 (33.3%)	884 (690.13 - 1026.50)	
≥70 años		12 (20%)	792.25 (706 - 885.88)	

Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	873.5 (733.63 - 1002.5)	0.707 ^a
	Si	14 (23.3%)	791 (695.5 - 1031.88)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	802.5 (562 - 1050.63)	0.572 ^a
	Si	54 (90%)	864.5 (735.13 - 1004.5)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	870.25 (735.13 - 1002.5)	0.784 ^a
	Si	18 (30%)	813.50 (655.25 - 1061.38)	

Área de Sección Transversal Funcional de Multífidos (mm²)

Total		60 (100%)	414 (323.87 – 563.25)	-
--------------	--	-----------	-----------------------	---

Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	554.75 (422.62 – 795)	< 0.001 ^a
Mujer		38 (63.3%)	358.25 (263.25 – 430.62)	

Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	445.5 (375.13 - 688.13)	0.009 ^b
60-70 años		20 (33.3%)	371.5 (302.88 - 500.13)	
≥70 años		12 (20%)	329 (170.88 - 512.63)	

Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	410.75 (318.25 - 551.13)	0.411 ^a
	Si	14 (23.3%)	432.75 (323 - 695.5)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	369 (152.5 - 472.13)	0.281 ^a
	Si	54 (90%)	418.75 (326.63 – 640)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	403.50 (318.25 – 549)	0.439 ^a
	Si	18 (30%)	436 (293.88 – 690)	

Porcentaje de infiltración grasa de Multífidos (%)

Total		60 (100%)	46.57 (33.2 – 62.53)	-
--------------	--	-----------	----------------------	---

Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	33.85 (25.75 – 44.71)	< 0.001 ^a
Mujer		38 (63.3%)	56.24 (41.62 – 69.99)	

Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	40.9 (25.09 - 57.07)	0.038 ^b
60-70 años		20 (33.3%)	52.21 (40.08 - 70.79)	
≥70 años		12 (20%)	57.05 (33.32 - 77.51)	

Comorbilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	48.93 (35.05 - 63.03)	0.228 ^a
	Si	14 (23.3%)	38.4 (30.02 - 55.78)	

Sedentarismo	No	6 (10%)	62.51 (33.83 - 78.15)	0.239 ^a
	Si	54 (90%)	45.65 (32.59 - 60.83)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	50.71 (34.77 - 63.03)	0.572 ^a
	Si	18 (30%)	43.83 (29.02 - 65.21)	

Área de Sección Transversal Relativa de Multífidos (mm²)

Total		60 (100%)	0.57 (0.49-0.69)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	0.54 (0.43 - 0.68)	0.581 ^a
Mujer		38 (63.3%)	0.59 (0.49 - 0.70)	
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	0.61 (0.51 - 0.69)	0.131 ^b
60-70 años		20 (33.3%)	0.58 (0.5 - 0.7)	
≥70 años		12 (20%)	0.5 (0.37 - 0.64)	
Comoribilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	0.57 (0.5 - 0.70)	0.442 ^a
	Si	14 (23.3%)	0.56 (0.4 - 0.68)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	0.56 (0.34 - 0.83)	0.674 ^a
	Si	54 (90%)	0.57 (0.5 - 0.7)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	0.59 (0.50 - 0.70)	0.266 ^a
	Si	18 (30%)	0.4 (0.54 - 0.68)	

Área de Sección Transversal Funcional Relativa de Multífidos (mm²)

Total		60 (100%)	0.30 (0.20 - 0.37)	-
Sexo				
Hombre		22 (36.7%)	0.36 (0.23 - 0.46)	< 0.001 ^a
Mujer		38 (63.3%)	0.28 (0.17 - 0.32)	
Edad				
50-60 años		28 (46.7%)	0.34 (0.29 - 0.46)	0.001 ^b
60-70 años		20 (33.3%)	0.28 (0.19 - 0.32)	
≥70 años		12 (20%)	0.21 (0.13 - 0.24)	
Comoribilidades				
Diabetes	No	46 (76.7%)	0.3 (0.21 - 0.37)	0.701 ^a
	Si	14 (23.3%)	0.30 (0.2 - 0.48)	
Sedentarismo	No	6 (10%)	0.26 (0.13 - 0.33)	0.339 ^a
	Si	54 (90%)	0.3 (0.21 - 0.38)	
Tabaquismo	No	42 (70%)	0.3 (0.21 - 0.36)	0.87
	Si	18 (30%)	0.3 (0.18 - 0.46)	

a: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes; b: Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.
RIC: rango Intercuartil.

En la Tabla 6 se muestra la asociación de los parámetros musculares con el dolor lumbar medido mediante la escala visual análoga de dolor. Los resultados estadísticamente significativos, medidos como la diferencia entre los que mejoraron más de 33 por ciento contra el resto, se presentaron en el CSAr y CSAfr de los músculos paraespinales en pacientes con instrumentación lumbar + rehabilitación. También hubo diferencia significativa en CSAfr de los músculos multifidos.

Tabla 6. Asociación de los parámetros musculares cuantitativos con el dolor lumbar medido mediante la escala visual análoga

Parámetros Cuantitativos IRM	Mejoría en EVA <33% N=12 (20.7%)	Mejoría en EVA >33% N=46 (79.3%)	p
Rehabilitación	N=4 (33.3%)	N=8 (66.7%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2566 (1789.88 - 2792.38)	2307. (2127.38 – 2582)	0.461 ^a
Área de Sección Transversal Funcional mPE (mm ²)	1257 (895.13 -1595.63)	941 (796.25 - 1208.38)	0.368 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	49.96 (42.21 - 51.91)	54.56 (49.43 - 64.63)	0.214 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.68 (1.31 - 2.05)	1.49 (1.16 - 1.78)	0.570 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.87 (0.65 - 1.11)	0.71 (0.51 - 0.85)	0.283 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	832 (710.88 – 865)	768.75 (682.63 - 968.5)	0.570 ^a
Área de Sección Transversal Funcional mMF (mm ²)	503 (418.88 - 633.63)	345.25 (328.5 - 501.88)	0.109 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	37.42 (25.56 - 44.39)	52.21 (35.69 - 57.84)	0.154 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.56 (0.53 - 0.60)	0.53 (0.49 - 0.59)	0.368 ^a

Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.34 (0.32 - 0.42)	0.29 (0.21 - 0.39)	0.368 ^a
---	--------------------	--------------------	--------------------

Infiltración facetería + Rehabilitación

Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2389	2410.5 (2171.75 - 2731.13)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	1015.5	1084.5 (944.5 - 1693)	0.549 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	58.74	52.65 (36.42 - 63.06)	0.392 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.74	1.72 (1.54 - 1.85)	0.941 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.73	0.78 (0.62 - 1.12)	0.549 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	984	877 (757.5 - 1026.63)	0.392 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	539.25	440.5 (323.75 - 688.13)	1.00 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	45.54	42.75 (25.09 - 59.73)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.72	0.64 (0.51 - 0.73)	0.392 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.39	0.33 (0.21 - 0.53)	0.837 ^a

Instrumentación lumbar + Rehabilitación				
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)		2044.75 (1761 - 2545.13)	2371.75 (2148.88 - 2770.5)	0.157 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)		766 (338.75 - 1026.38)	1028.75 (769 - 1475.25)	0.45 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)		73.94 (57.37 - 81.11)	51.28 (43.79 - 65.12)	0.52 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE		1.20 (0.9 - 1.52)	1.61 (1.46 - 2.02)	0.017^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE		0.47 (0.22 - 0.53)	0.67 (0.58 - 0.92)	0.003^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)		827 (571.88 - 910.63)	896.25 (677.75 - 1045.63)	0.283 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)		208.5 (117.75 - 390)	318 (406.75 - 569.13)	0.059 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)		74.8 (55.39 - 79.77)	45.49 (32.59 - 67.76)	0.052 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF		0.44 (0.32 - 0.55)	0.56 (0.46 - 0.70)	0.059 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF		0.14 (0.09 - 0.19)	0.29 (0.21 - 0.33)	0.005^a

IRM: resonancia magnética, EVA: Escala visual análoga, mPE: músculos paraespinales, mMF: músculos multifidos, a: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

En la Tabla 7 se muestra la asociación de los parámetros musculares con la funcionalidad medida con ODI. Los resultados estadísticamente significativos, medidos como la diferencia entre los que mejoraron más de 30 por ciento contra el resto, se presentaron en el CSAf, %IG y CSAfr de los músculos paraespinales en pacientes con instrumentación lumbar + rehabilitación. También hubo diferencia significativa en CSAf, CSAr, CSAfr y en el %IG de los músculos multifidos.

Tabla 7. Asociación de los parámetros musculares cuantitativos con la función medida con el índice de discapacidad de Oswestry

Parámetros Cuantitativos IRM Rehabilitación	Mejoría en ODI <30% N=16 (26.7%)	Mejoría en ODI >30% N=44 (73.3%)	p
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2204.5	2497.75 (2132.13 - 2739.13)	0.371 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	943	1040 (803.75 - 1420.88)	0.692 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	50.6	53.22 (46.23 - 58.97)	1 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.46	1.64 (1.27 - 1.94)	0.811 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.73	0.80 (0.52 - 1.01)	0.692 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF(mm ²)	777	803 (714.88 - 893.25)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	411.00	363.25 (329.5 - 572.63)	0.469 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	39.57	48.9 (29.48 - 56.26)	0.692 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.54	0.55 (0.51 - 0.6)	0.692 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.32	0.32 (0.22 - 0.41)	0.937 ^a

Infiltración + Rehabilitación	N=4 (21%)	N=15 (79%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2303.75 (2248.63 - 2647.25)	2510.5 (2018.5 - 2743)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	1230.25 (867.88 - 1662)	1115.5 (941 - 1555)	1.00 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	51.42 (30.51 - 61.27)	51.26 (36.25 - 64.37)	0.810 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.73 (1.57 - 1.89)	1.64 (1.53 - 1.85)	0.885 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.84 (0.64 - 1.25)	0.78 (0.61 - 1.01)	0.736 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	939.5 (715 - 1025.25)	757.5 (877 - 1031.5)	0.961 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	545.75 (291.13 - 684.50)	448.5 (378.5 - 693)	0.736 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	46.51 (24.76 - 61.44)	41.62 (24.49 - 57.23)	0.810 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.67 (0.54 - 0.71)	0.61 (0.52 - 0.73)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.37 (0.21 - 0.51)	0.33 (0.22 - 0.53)	1.00 ^a

Instrumentación lumbar + Rehabilitación	N=9 (32%)	N=19 (68%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2259.5 (1943.75 - 2639.50)	2365.5 (2156 - 2869.5)	0.332 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	708.5 (398 - 1045.25)	1042.5 (861.5 - 1542)	0.009^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	72.33 (52.48 - 81.76)	51.1 (44.09 - 57.68)	0.025^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.24 (1.17 - 1.84)	1.61 (1.49 - 2)	0.129 ^a
Área Relativa de Sección Transversal Funcional de mPE	0.47 (0.25 - 0.62)	0.69 (0.58 - 1.08)	0.002^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	751.5 (590.5 - 886.25)	914.5 (734.5 - 1036)	0.085
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	168.50 (98.25 - 374.75)	420.5 (341 - 562.5)	0.004^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	74.21 (47.51 - 85.55)	43.78 (34.40 - 64.18)	0.033^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.44 (0.35 - 0.51)	0.62 (0.47 - 0.7)	0.025^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.11 (0.07 - 0.21)	0.29 (0.22 - 0.37)	0.011^a

IRM: resonancia magnética, ODI: Índice de Discapacidad de Oswestry, mPE: músculos paraespinales, mMF: músculos multifidos, a: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

En la Tabla 8 se muestra la asociación de los parámetros musculares con la funcionalidad medida con el cuestionario Roland Morris.

Los resultados estadísticamente significativos, medidos como la diferencia entre los que mejoraron más de 33 por ciento contra el resto, se presentaron en el CSAt en los músculos multifidos, cuando se recibió infiltración facetaria + rehabilitación.

Tabla 8. Asociación de los parámetros musculares cuantitativos con la función medido mediante el cuestionario de Roland Morris

Parámetros	Mejoría en RMQ <3	Mejoría en RMQ ≥3	p
Cuantitativos IRM	N=16 (27.1%)	N=43 (72.9%)	
Rehabilitación	N=6 (46.1%)	N=7 (53.9%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2458.75 (1541.88 - 2739.12)	2204.5 (2134.5 - 2589.5)	1.00 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	994 (756.75 - 1759.5)	950 (932 - 1234.5)	1.00 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	49.96 (35.31 - 58.07)	55.19 (52.46 - 57.24)	0.234 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.40 (1.22 - 2.14)	1.71 (1.40 - 1.84)	0.731 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.80 (0.60 - 1.06)	0.79 (0.52 - 0.81)	0.534 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	860 (717.38 - 1064.88)	777 (666.5 - 805)	0.138 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	487.25 (365 - 708.38)	352.5 (328 - 442.5)	0.101 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	37.42 (20.64 - 57.42)	50.66 (46 - 55.48)	0.366 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.56 (0.53 - 0.76)	0.53 (0.49 - 0.61)	0.295 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.37 (0.31 - 0.45)	0.30 (0.21 - 0.33)	0.051 ^a

Infiltración + Rehabilitación	N=4 (21%)	N=15 (79%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2255.25 (2069.38 - 2302.38)	2611.5 (2151.5 - 2759.5)	0.152 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	1017.25 (855.75 - 1567.63)	1141.5 (941 - 1555)	0.665 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	52.65 (31.38 - 61.03)	47.8 (36.25 - 64.37)	0.810 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.64 (1.34 - 1.75)	1.74 (1.53 - 1.93)	0.357 ^a
Área de Sección Transversal Funcional mPE	0.67 (0.61 - 1.18)	0.86 (0.63 - 1.01)	0.665 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	709.25 (649.38 - 847.13)	935 (830.5 - 1033)	0.020^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	366 (249 - 636.75)	448.5 (410.5 - 693)	0.307 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	48.7 (25.22 - 62.07)	41.62 (24.49 - 57.23)	0.665 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.51 (0.43 - 0.63)	0.7 (0.59 - 0.73)	0.080 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.26 (0.17 - 0.48)	0.35 (0.28 - 0.53)	0.307 ^a

Instrumentación lumbar + Rehabilitación	N=6 (22.2%)	N=21 (77.7%)	
Área de Sección Transversal Total de mPE (mm ²)	2044.75 (1761 - 2545.13)	2371.75 (2148.88 - 2770.5)	0.932 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mPE (mm ²)	766 (338.75 - 1026.38)	1028.75 (769 - 1475.25)	0.512 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mPE (%)	73.94 (57.37 - 81.11)	51.28 (43.79 - 65.12)	0.589 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mPE	1.20 (0.9 - 1.52)	1.61 (1.46 - 2.02)	0.263 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE	0.47 (0.22 - 0.53)	0.67 (0.58 - 0.92)	0.263 ^a
Área de Sección Transversal Total de mMF (mm ²)	827 (571.88 - 910.63)	896.25 (677.75 - 1045.63)	0.441 ^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF (mm ²)	208.5 (117.75 - 390)	318 (406.75 - 569.13)	0.512 ^a
Porcentaje de infiltración grasa de mMF (%)	74.8 (55.39 - 79.77)	45.49 (32.59 - 67.76)	0.798 ^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF	0.44 (0.32 - 0.55)	0.56 (0.46 - 0.70)	0.097 ^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF	0.14 (0.09 - 0.19)	0.29 (0.21 - 0.33)	0.376 ^a

IRM: resonancia magnética, RMQ: Cuestionario de Roland Morris; mPE: músculos paraespinales, mMF: músculos multifidos, a: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

En la Tabla 9 se muestran los puntos de corte significativos de los parámetros musculares cuantitativos, para predecir los cambios clínicamente relevantes (mayores a 30%) en el ODI en pacientes con CLE que recibieron una intervención quirúrgica de instrumentación lumbar + rehabilitación. Las CSA (total, funcional, relativa y funcional relativa) de los músculos paraespinales y multifidos, tuvieron puntos de corte significativos para predecir un resultado funcional destacando el CSAfr de multifidos como el que tuvo una mayor precisión.

Tabla 9. Puntos de corte significativos en los parámetros musculares cuantitativos para predecir cambios clínicos relevantes en el índice de Discapacidad de Oswestry de Pacientes con Conducto Lumbar estrecho sometidos a Instrumentación lumbar + Rehabilitación.

Parámetros	Total Frecuencia (%)	Con Mejoría Clínica Relevante* N=19 (67.9 %)	Sin Mejoría Clínica Relevante* N=9 (32.1%)	Precisión	p
Área de Sección Transversal Funcional de mPE mayor a 850 mm ²	18 (64.3%)	15 (78.9%)	3 (33.33%)	75%	0.035^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mPE mayor a 0.5	21 (75%)	17 (89.5%)	4 (44.4%)	78.6%	0.020^a
Área de Sección Transversal Funcional de mMF mayor a 300 mm ²	20 (71.4%)	17 (89.5%)	3 (33.3%)	82.1%	0.005^a
Área de Sección Transversal Relativa de mMF mayor a 0.5	16 (57.1%)	14 (73.7%)	2 (22.2%)	75%	0.017^a
Área de Sección Transversal Funcional Relativa de mMF mayor a 0.2	19 (67.9%)	17 (89.5%)	2 (22.2%)	85.7%	0.001^a

* La mejoría clínica relevante se determinó en aquellos pacientes que mejoraron al menos un 30% en el índice de Discapacidad de Oswestry; a: Prueba exacta de Fisher, mPE: músculos paraespinales, mMF: músculos multifidos.

XIII. DISCUSION

El conducto lumbar estrecho tiene un impacto significativo en la funcionalidad y calidad de vida de las personas y no existe un consenso acerca del tratamiento más eficaz en su manejo. En la literatura se reportan tasas de éxito en las diferentes intervenciones, con impacto en la mejoría funcional que oscila entre un 58-69% para el manejo quirúrgico, para la rehabilitación del 30 al 78% y para la infiltración del 35 al 60% (7,28,35,36). La columna lumbar -por sus propiedades biomecánicas- es susceptible a presentar estrés; la integración funcional de los músculos lumbares y las unidades de control neural son indispensables para mantener la estabilidad y el movimiento. Entre los músculos lumbares que participan en la estabilidad de la región, los músculos paraespinales y multifidos juegan un rol muy importante en el dolor y la estabilidad (33).

Se ha propuesto que el control motor debilitado, la insuficiencia en la musculatura del tronco y un equilibrio postural deficiente pueden contribuir en el dolor lumbar. Sin embargo, a pesar de diversos estudios en la literatura, no se ha demostrado de forma consistente la relación entre la morfología muscular, el tipo de intervención -ya sea conservadora o quirúrgica- y la respuesta clínica en pacientes con conducto lumbar estrecho (37)

De aquí, la necesidad de demostrar si existe asociación entre la morfología de los músculos paraespinales y multifidos con la respuesta a las diferentes intervenciones y la clínica con un seguimiento a 1 año. Para realizar esta valoración se incluyeron la escala visual análoga de dolor (EVA) y cuestionarios relacionados con la funcionalidad y la discapacidad (ODI, Roland Morris), así como estudios de resonancia magnética para valorar parámetros musculares cuantitativos.

Nuestro resultados se obtuvieron de un grupo de estudio de 60 paciente en total, con una mayoría del sexo femenino (63.3%), con edades comprendidas entre 50-80 años. La mayoría de los pacientes en la muestra presentaban sobrepeso y obesidad (73.3%). Ambas condiciones se han asociado con un aumento en la incidencia de lumbalgia y degeneración articular. El IMC elevado condiciona un mayor riesgo de presentar lumbalgia (38)

Se consideraron 3 modalidades de tratamiento: rehabilitación (21.7%), infiltración + rehabilitación (31.7%) e instrumentación lumbar + rehabilitación 46.7%). Con respecto a la rehabilitación, la mayoría de los pacientes recibieron una terapia multimodal (55%), que incluía fortalecimiento, estabilización lumbar, ejercicios de William o tanque terapéutico.

Esta heterogeneidad en el manejo debe tomarse en cuenta, pues podría haber afectado las mejorías encontradas en el dolor y la función, aunque existe literatura que argumenta que los resultados obtenidos con diferentes modalidades de rehabilitación y/o manejo quirúrgico son muy similares (35,39,40).

En nuestro estudio se encontró que independientemente de la intervención: rehabilitación, infiltración + rehabilitación o instrumentación + rehabilitación, todos los pacientes presentaron mejorías tanto en el dolor medido con la EVA como en el funcionamiento medido mediante RM y ODI. Las mejorías fueron estadística y clínicamente significativas en todos los casos.

Se han documentado pocos estudios que evalúen la asociación del dolor lumbar y la función con parámetros musculares cuantitativos de los músculos paraespinales y multifidos mediante resonancia magnética. Las medidas típicas de medición incluyen la infiltración grasa (16,29,33,41–43), el área de sección transversal total (CSAt) (9,16,33,41,43,44), el área funcional de sección transversal (CSAf) (16,43,44), el área relativa de sección transversal (CSAr) (16,29) y la asimetría muscular (16,41,44). En nuestro estudio decidimos evaluar un nuevo parámetro que denominamos área funcional relativa de sección transversal (CSAfr), que incluye la valoración del área muscular una vez que se elimina la grasa y se ajusta al tamaño de la vértebra. Consideramos que este parámetro podría ser más confiable debido a que se conoce muy bien la asociación de la talla con el tamaño vertebral y muscular (45–47), y algunos estudios que han evaluado estos parámetros musculares coinciden en que el porcentaje de grasa podría estar implicado en el resultado funcional (16,41–44), por lo que con el CSAfr se considera en una sola medición ambas cosas.

La medición del CSA y sus variantes ha sido sujeto de cuestionamiento, por la posibilidad de una gran variabilidad asociada a la interpretación y medición de la imagen, sin embargo estudios previos reportan altos coeficientes de confiabilidad que varían entre 0.78 y 0.99 para el software utilizado (ImageJ) (16,48). En este estudio se muestra que la variabilidad intraobservador fue de 0.91 a 0.99 y la variabilidad interobservador de 0.80 a 0.97, excepto para la infiltración grasa de músculos paraespinales (ICC de 0.57). Esto indica una adecuada confiabilidad en el método de medición elegido, la confiabilidad en el porcentaje de infiltración grasa, aunque se considera suficiente, pudo resultar más baja de lo esperado debido a la dificultad para determinar el umbral de intensidad mediante el software ImageJ, que separa lo que se interpreta como músculo y como grasa; probablemente será necesario que los evaluadores se reúnan para analizar el porqué de estas diferencias.

La CSA y sus variantes se encuentran relacionadas de forma inversa con la edad; conforme aumenta la edad se observó una disminución del CSA. En cuanto al sexo, los hombres tienen una tendencia a presentar mayor área de sección transversal funcional y menor área de infiltración grasa con respecto a las mujeres. Estos datos son consistentes con lo reportado en la literatura internacional (45–47).

El área funcional de la sección transversal de los músculos paraespinales y de los músculos multífidos y el porcentaje de infiltración grasa, fue mayor en hombres que en mujeres. Sin embargo, el área relativa de la sección transversal de los músculos paraespinales y multífidos resultó igual en hombres y mujeres. Estas diferencias entre áreas funcionales y relativas se podrían atribuir en parte a la talla y peso de la persona, aunque se conoce que los hombres están conformados por una mayor masa muscular y menor grasa que las mujeres (45).

La correlación entre el CSA_f y CSA_r con respecto a la talla y el peso es positiva. Lo cual es un resultado esperado, pues a mayor talla, mayor masa muscular, aunque las correlaciones son positivas, y significativas, el nivel de correlación es de bajo a moderado (correlación de 0.33 a 0.62), siendo mayor para los paraespinales. Como es esperado, el área de la sección transversal de la plataforma vertebral L5 presenta una correlación significativa positiva con la talla, con un nivel de correlación moderado ($r = 0.58$).

La edad presenta una correlación negativa baja a moderada (0.45-0.50) con el CSA_f y el porcentaje de infiltración grasa. Los cambios en la composición corporal se observan conforme avanza la edad, con aumento del porcentaje de grasa corporal, disminución de la masa magra y del volumen muscular. Por lo que es de interés contar con mediciones cuantitativas como es el CSA_f para determinar el grado de degeneración muscular asociada a la edad. La literatura reporta que el contenido de grasa del músculo paravertebral lumbar aumenta con el envejecimiento independientemente del volumen, en personas sanas de 20 a 62 años (49–52).

La resistencia a la insulina presente en pacientes con DM, juega un papel en la degeneración de la fibra muscular; ya que implica mecanismos de reducción de síntesis proteica y aumento de la degradación de la misma; sumando el proceso inflamatorio, daño oxidativo que se expresa en sarcopenia, este daño se expresa en reducción de la masa muscular (53). Se ha propuesto que el tabaquismo se relaciona con lumbalgia debido a la expresión de la nicotina a nivel perivertebral (músculos, tendones y ligamentos) y vertebral; favoreciendo desnutrición e hipoxia en dichas estructuras, lo que se traduce en estrés mecánico crónico (54).

En el caso del sedentarismo, es posible que intervengan otros factores como la genética o la definición de sedentarismo ya que para este estudio solo se consideró si el paciente realizaba ejercicio actualmente sin tomar en consideración su actividad física u ocupación a lo largo de la vida.

Respecto a las comorbilidades asociadas como diabetes mellitus (DM), tabaquismo, y sedentarismo no se encontró una asociación con respecto a las medidas musculares cuantitativas.

En el caso de DM y el tabaquismo, es posible que la muestra sea poco representativa (14 y 18 pacientes respectivamente).

Para realizar una comparación con la mejoría clínica se utilizaron puntos de corte reportados en la literatura como cambios clínicos importantes (55,56). Para el ODI se dividieron las mejorías en aquellos que alcanzaban más de 30% y aquellos que no lo conseguían, para establecer una asociación con las medidas morfológicas. El grupo de pacientes postquirúrgicos fue el único que de forma consistente reportó asociaciones entre los parámetros musculares cuantitativos y la mejoría clínica. Sabemos que la magnitud del cambio morfológico en tejidos blandos -posterior a una intervención quirúrgica- se relacionan al tipo de procedimiento y manipulación de los mismo, estos cambios se traducen en disminución del CSA secundario a presencia de fibrosis e infiltración grasa. Estos cambios juegan un papel importante en la recuperación posquirúrgica del paciente, pero eso no se traduce a la respuesta clínica favorable que presentan los pacientes que reciben además rehabilitación. La estabilización segmentaria asociada a la instrumentación quirúrgica, podría en principio ser la respuesta a una parte de la mejoría. El resultado de la rehabilitación añadida a la estabilización quirúrgica parece ser la respuesta a la mejoría clínica del grupo estudiado, y que parece estar presentando una sinergia del efecto total. El CSAfr pre quirúrgico parece estar relacionada con el resultado funcional, ya que el daño al músculo inducido por la cirugía, tendrá un mayor impacto en un musculo que de forma prequirúrgica estaba alterado.

En una revision sistematica reciente se menciona que existe evidencia limitada de que a mayor CSA de los músculos multifidos se correlaciona con mayor intensidad al año de seguimiento; tambien menciona que mayor infiltracion grasa se presenta intensidad menor del dolor a los 15 años de seguimiento, en general no encontró asociación entre las diferentes medidas morfológicas medidas en IRM y el dolor lumbar (41). Zotti y cols en su estudio del año 2017 reporta que no hubo una correlacion entre los parametros medidos por IRM (área del cuerpo vertebral L5, musculos multifidos y psoas) y la mejoría funcional, sin embargo, menciona que un CSA multifidos preoperatorio saludable se asocia con mejores resultados posterior a la descompresión espinal (33). Liu y cols reportan en un estudio ambispectivo en donde se encontro que el porcentaje de infiltración grasas medida con el programa ImageJ, en pacientes con estenosis lumbar degenerativa de un solo segmento L5-S1 es un factor predictor de mejoría funcional posterior a intervencion quirúrgica (42). La literatura hace referencia a diversas mediciones morfométricas obtenidas por IRM como el área transversal total (CSA), CSA funcional (FCSA), la proporción de FCSA a CSA (FCSA / CSA) y porcentaje de asimetría relativa en CSA. Sin embargo aun estudios recientes no han podido demostrar la utilidad de estos excepto el de la infiltración grasa (16).

Se ha utilizado puntos de corte del CSA para determinar la mejoría funcional medida con ODI, se ha reportado que para el CSA_T de músculos paraespinales se encuentra una mejoría funcional cuando el área es mayor a 8.5 cm², este dato coincide con lo reportado por Zotti en CSA_T sin embargo en nuestro trabajo se representa en el CSA_F.

En este trabajo, se encontró que para este grupo cuando hay una mejoría en los parámetros musculares cuantitativos medidos con ODI que presentaron diferencias significativas estadística y clínicamente (menor de 30% vs mayor de 30%, significancia) fueron para músculos paraespinales: CSA_F (708.5 mm² vs 1042.5 mm², $p < 0.009$), CSA_{Fr} (0.47 mm² vs 0.69 mm², $p < 0.002$) y porcentaje de infiltración grasa (72.33% vs 51.1%, $p < 0.025$) y para los músculos multifidos: CSA_F (168.5 mm² vs 420.5 mm², $p < 0.004$), CSA_{Ar} (0.44 mm² vs 0.62 mm², $p < 0.025$), CSA_{Fr} (0.11 mm² vs 0.29 mm², $p < 0.011$) y porcentaje de infiltración grasa (74.21% vs 43.78%, $p < 0.033$). Y los parámetros musculares cuantitativos medidos con EVA que presentaron diferencias significativas estadística y clínicamente (menor de 33% vs mayor de 33%) fueron para músculos paraespinales: CSA_{Ar} (1.20 mm² vs 1.61 mm², $p < 0.017$) y CSA_{Fr} (0.47 mm² vs 0.67 mm², $p < 0.003$) y para los músculos multifidos: CSA_{Fr} (0.14 mm² vs 0.29 mm², $p < 0.005$). De aquí se puede concluir que un área funcional paraespinal mayor se asoció a un mejor resultado funcional a 12 meses de la intervención quirúrgica.

Para los pacientes que recibieron manejo quirúrgico + instrumentación lumbar se lograron determinar puntos de corte en los parámetros musculares cuantitativos que predecían una mejoría clínica funcional mediante ODI (mejoría >30%) donde destacan 2 de ellos que tienen una precisión mayor al 80%, como el CSA_F y CSA_{Fr} de los músculos multifidos, esta predicción podría tomar relevancia ante pacientes donde existe la duda de ofrecer un manejo quirúrgico, pudiendo considerar principalmente a aquellos con los parámetros musculares por arriba de los umbrales determinados; se necesita una mayor investigación que confirme o rechace nuestros hallazgos.

Algunas limitaciones de nuestro trabajo son el tamaño de muestra que no permitió hacer un análisis de regresión donde se ajustara el resultado con variables que modifican los parámetros musculares cuantitativos como el peso, la talla, la edad o el sexo; se aceptaron pacientes de tres diferentes tipos de manejo; solo se hizo una resonancia magnética al inicio y no al final por lo que se desconoce si un cambio en los parámetros musculares medidos se asocia a una mejoría funcional; no se controló el tipo de rehabilitación; no se utilizó ninguna medida para evaluar la mejoría en síntomas de claudicación neurogénica.

Dentro de las fortalezas este es el primer estudio que analiza el área de sección transversal funcional relativa de músculos paraespinales y multifídios como medida de asociación con recuperación funcional y resultó ser un buen parámetro de asociación; se logró un alto coeficiente de confiabilidad intra e interobservador en las mediciones; los resultados fueron, en términos generales, consistentes a nivel de las áreas funcionales y las funcionales relativas con la mejoría clínica; se utilizaron escalas de dolor y función validadas internacionalmente; se encontró una buena precisión de los puntos de corte para categorizar pacientes que mejoraron y los que no después de la cirugía.

Investigaciones futuras deben hacer estudios prospectivos donde se controle la intervención conservadora para determinar si algún programa de rehabilitación puede mejorar los parámetros musculares, realizar estudios de resonancia magnética pre y postintervención para determinar si una mejoría en los parámetros musculares se asocia con mejoría funcional.

Las potenciales implicaciones: de este estudio son que si se logra determinar que el área muscular se asocia con un mejor pronóstico de recuperación funcional en pacientes postquirúrgicos con diagnóstico de conducto lumbar estrecho se podría considerar implementar programas de rehabilitación preoperatorio que mejoren la calidad muscular. La incorporación de la evaluación preoperatoria por resonancia magnética de músculos paraespinales en la práctica clínica puede permitir al cirujano predecir los resultados clínicos después de dicha cirugía y manejar las expectativas postoperatorias del paciente.

XIV. CONCLUSION

En este trabajo se muestra que los parámetros cuantitativos de los músculos paraespinales y multifidos, particularmente las mediciones funcionales, las funcionales relativas y la infiltración grasa, tienen una asociación con los resultados del dolor y la funcionalidad en los pacientes con CLE sometidos a cirugía lumbar + rehabilitación.

La intervención, cualquiera que sea su modalidad, es importante para la mejoría en la intensidad de dolor y en la funcionalidad. Este resultado aunque relevante, debe ser contrastado con la heterogeneidad de las terapias recibidas.

De las mediciones del área de la sección transversal funcional relativa de los músculos multifidos es la que presenta mayor relevancia, tanto para la disminución de dolor como para el pronóstico del paciente. Podría ser entonces una medida importante para dar seguimiento de la respuesta al tratamiento.

El presente estudio permitió determinar puntos de corte de los parámetros musculares cuantitativos para predecir resultados funcionales, estos deberán ser contrastados en estudios posteriores para determinar su validez.

XV. REFERENCIAS

1. Bener A, Dafeeah EE, Alnaqbi K. Prevalence and Correlates of Low Back Pain in Primary Care: What Are the Contributing Factors in a Rapidly Developing Country. *Asian Spine J* Abdulbari Bener al 228 *Asian Spine J*. 2014;88(33).
2. Hooten WM, Cohen SP. Evaluation and Treatment of Low Back Pain. *Mayo Clin Proc*. 2015 Dec 1;90(12):1699–718.
3. Ammendolia C, Stuber KJ, Rok E, Rampersaud R, Kennedy CA, Pennick V, et al. Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Aug 30;
4. Schroeder GD, Kurd MF, Vaccaro AR. Lumbar Spinal Stenosis: How Is It Classified? *J Am Acad Orthop Surg*. 2016 Dec 1;24(12):843–52.
5. Melancia JL, Francisco AF, Antunes JL. Spinal stenosis. *Handb Clin Neurol*. 2014 Jan 1;119:541–9.
6. Tomkins-Lane CC, Battié MC, Hu R, Macedo L. Pathoanatomical characteristics of clinical lumbar spinal stenosis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2014.
7. Tomkins ZF. Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis (Cochrane review) with consumer summary]. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;Issue 1. 2016;(1).
8. Genevay S, Atlas SJ. Lumbar Spinal Stenosis. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 Apr;24(2):253–65.
9. Gellhorn AC, Suri P, Rundell SD, Olafsen N, Carlson MJ, Johnson S, et al. Lumbar Muscle Cross-Sectional Areas Do Not Predict Clinical Outcomes in Adults With Spinal Stenosis: A Longitudinal Study. *PM R*. 2017 Jun 1;9(6):545–55.
10. Chad DA. Lumbar Spinal Stenosis. *Neurol Clin*. 2007 May 1;25(2):407–18.
11. de Graaf I, Prak A, Bierma-Zeinstra S, Thomas S, Peul W, Koes B. Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 May;31(10):1168–76.
12. Schneider MJ, Terhorst L, Murphy D, Stevans JM, Hoffman R, Cambron JA. Exploratory Analysis of Clinical Predictors of Outcomes of Nonsurgical Treatment in Patients with Lumbar Spinal Stenosis. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016;
13. Backstrom KM, Whitman JM, Flynn TW. Lumbar spinal stenosis-diagnosis and management of the aging spine. *Man Ther*. 2011 Aug 1;16(4):308–17.
14. Kalichman L, Kim DH, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Computed tomography-evaluated features of spinal degeneration: prevalence, intercorrelation, and association with self-reported low back pain. *Spine J*. 2010;10(3):200–8.
15. Schroeder GD, Kurd MF, Vaccaro AR. Lumbar spinal stenosis: How is it classified? *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2016.
16. Fortin M, Lazáry Á, Varga PP, Battié MC. Association between paraspinal muscle morphology, clinical symptoms and functional status in patients with lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J*. 2017 Oct 26;26(10):2543–51.
17. Ranger TA, Cicuttini FM, Jensen TS, Peiris WL, Hussain SM, Fairley J, et al. Are the size and composition of the paraspinal muscles associated with low back pain? A systematic review. *Spine J*. 2017 Nov 1;17(11):1729–48.
18. Nam WD, Chang B-S, Lee C-K, Cho JH. Clinical and radiological predictive factors to be related with the degree of lumbar back muscle degeneration: difference by gender. *Clin Orthop Surg*. 2014 Sep;6(3):318–23.

19. Kalichman L, Hodges P, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Changes in paraspinal muscles and their association with low back pain and spinal degeneration: CT study. *Eur Spine J.* 2010 Jul;19(7):1136–44.
20. Jiang J, Wang H, Wang L, Zhang B, Guo Q, Yuan W, et al. Multifidus Degeneration, A New Risk Factor for Lumbar Spinal Stenosis: A Case-Control Study. *World Neurosurg.* 2017 Mar 1;99:226–31.
21. Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, Gilligan C, Vieceli J, et al. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. 2018;2017:1–9.
22. Macintosh JE. The biomechanics of the lumbar multifidus. 1986;205–13.
23. Hung C-W, Wu M-F, Hong R-T, Weng M-J, Yu G-F, Kao C-H. Comparison of multifidus muscle atrophy after posterior lumbar interbody fusion with conventional and cortical bone trajectory. *Clin Neurol Neurosurg.* 2016 Jun 1;145:41–5.
24. Abbas J, Slon V, May H, Peled N, Hershkovitz I, Hamoud K. Paraspinal muscles density: a marker for degenerative lumbar spinal stenosis? *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17(1):422.
25. Beneck GJ, Kulig K. Multifidus atrophy is localized and bilateral in active persons with chronic unilateral low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(2):300–6.
26. Hides J, Stanton W, Dilani Mendis M, Sexton M. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. *Man Ther.* 2011;16(6):573–7.
27. Kalichman L, Kim DH, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Computed tomography-evaluated features of spinal degeneration: prevalence, intercorrelation, and association with self-reported low back pain. *Spine J.* 2010 Mar 1;10(3):200–8.
28. Fritz JM, Lurie JD, Zhao W, Whitman JM, Delitto A, Brennan GP, et al. Associations between physical therapy and long-term outcomes for individuals with lumbar spinal stenosis in the SPORT study. *Spine J.* 2014 Aug 1;14(8):1611–21.
29. Chen Y-Y, Pao J-L, Liaw C-K, Hsu W-L, Yang R-S. Image changes of paraspinal muscles and clinical correlations in patients with unilateral lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J.* 2014 May 7;23(5):999–1006.
30. Boissière L, Moal B, Gille O, De-Roquefeuil E, Durieux M, Obeid I, et al. Lumbar spinal muscles and spinal canal study by MRI three-dimensional reconstruction in adult lumbar spinal stenosis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017 Apr 1;103(2):279–83.
31. Cloney M, Smith AC, Coffey T, Paliwal M, Dhaher Y, Parrish T, et al. Fatty infiltration of the cervical multifidus musculature and their clinical correlates in spondylotic myelopathy. *J Clin Neurosci.* 2018;57:208–13.
32. Yaltırık K, Gülü BO, Işık Y, Altunok Ç, Tipi U, Atalay B. Volumetric Muscle Measurements Indicate Significant Muscle Degeneration in Single Level Disc Herniation Patients. *World Neurosurg.* 2018 May 14;0(0).
33. Zotti MGT, Boas FV, Clifton T, Piche M, Yoon WW, Freeman BJC. Does pre-operative magnetic resonance imaging of the lumbar multifidus muscle predict clinical outcomes following lumbar spinal decompression for symptomatic spinal stenosis? *Eur Spine J.* 2017 Oct 8;26(10):2589–97.
34. Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, Gilligan C, Vieceli J, et al. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation Technol Neural Interface [Internet].* 2018 Jan [cited 2018 Dec 16];21(1):1–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ner.12738>.

35. McGregor AH, Probyn K, Cro S, Doré CJ, Burton AK, Balagué F, et al. Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis: A cochrane review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(13):1044–54.
36. Nb J. HHS Public Access. *Physiol Behav*. 2019;176(1):139–48.
37. Kalichman L, Carmeli E, Been E. The Association between Imaging Parameters of the Paraspinal Muscles, Spinal Degeneration, and Low Back Pain. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2562957.
38. Lurie J, Tomkins-Lane C. Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ*. 2016;352.
39. Mo Z, Zhang R, Chang M, Tang S. Exercise therapy versus surgery for lumbar spinal stenosis: A systematic review and meta-analysis. *Pakistan J Med Sci*. 2018;34(4):879–85.
40. Slater J, Kolber MJ, Schellhase KC, Patel CK, Rothschild CE, Liu X, et al. The Influence of Exercise on Perceived Pain and Disability in Patients With Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Lifestyle Med*. 2016;10(2):136–47.
41. Suri P, Fry AL, Gellhorn AC. Do Muscle Characteristics on Lumbar Spine Magnetic Resonance Imaging or Computed Tomography Predict Future Low Back Pain, Physical Function, or Performance? A Systematic Review. *PM&R*. 2015 Dec;7(12):1269–81.
42. Liu Y, Liu Y, Hai Y, Liu T, Guan L, Chen X. Fat Infiltration in the Multifidus Muscle as a Predictor of Prognosis After Decompression and Fusion in Patients with Single-Segment Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: An Ambispective Cohort Study Based on Propensity Score Matching. *World Neurosurg*. 2019;128:e989–1001.
43. Liu Y, Liu Y, Hai Y, Liu T, Guan L, Chen X, et al. Multifidus muscle fatty infiltration as an index of dysfunction in patients with single-segment degenerative lumbar spinal stenosis: A case-control study based on propensity score matching. *J Clin Neurosci*. 2020;75:139–48.
44. Fortin M, Gibbons LE, Videman T, Battié MC, Battié MC. Do variations in paraspinal muscle morphology and composition predict low back pain in men? *Scand J Med Sci Sports [Internet]*. 2015 Dec [cited 2018 May 30];25(6):880–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/sms.12301>
45. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81–8.
46. Sasaki T, Yoshimura N, Hashizume H, Yamada H, Oka H, Matsudaira K, et al. MRI-defined paraspinal muscle morphology in Japanese population: The Wakayama Spine Study. *PLoS One*. 2017;12(11):e0187765.
47. Rezazadeh F, Taheri N, Okhravi SM, Hosseini SM. The relationship between cross-sectional area of multifidus muscle and disability index in patients with chronic non-specific low back pain. *Musculoskelet Sci Pract*. 2019;42(March 2019):1–5.
48. Fortin M, Battié MC. Quantitative Paraspinal Muscle Measurements: Inter-Software Reliability and Agreement Using OsiriX and ImageJ. *Phys Ther*. 2012;92(6):853–64.
49. Borkan GA, Hulth DE, Gerzof SG, Robbins AH, Silbert CK. Age changes in body composition revealed by computed tomography. *Journals Gerontol*. 1983;38(6):673–7.
50. Takayama K, Kita T, Nakamura H, Kanematsu F, Yasunami T, Sakanaka H, et al. New predictive index for lumbar paraspinal muscle degeneration associated with aging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(2):E84–90.

51. Crawford RJ, Filli L, Elliott JM, Nanz D, Fischer MA, Marcon M, et al. Age- and level-dependence of fatty infiltration in lumbar paravertebral muscles of healthy volunteers. *Am J Neuroradiol*. 2016;37(4):742–8.
52. Lee SH, Park SW, Kim YB, Nam TK, Lee YS. The fatty degeneration of lumbar paraspinal muscles on computed tomography scan according to age and disc level. *Spine J*. 2016;17(1):81–7.
53. Umegaki H. Sarcopenia and frailty in older patients with diabetes mellitus. *Geriatr Gerontol Int*. 2016;16(3):293–9.
54. Al-Obaidi SM, Anthony J, Al-Shuwai N, Dean E. Differences in Back Extensor Strength between Smokers and Nonsmokers with and Without Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34(5):254–60.
55. Austevoll IM, Gjestad R, Grotle M, Solberg T, Brox JI, Hermansen E, et al. Follow-up score, change score or percentage change score for determining clinical important outcome following surgery? An observational study from the Norwegian registry for Spine surgery evaluating patient reported outcome measures in lumbar spinal steno. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):1–15.
56. Werner DAT, Grotle M, Gulati S, Austevoll IM, Madsbu MA, Lønne G, et al. Can a Successful Outcome After Surgery for Lumbar Disc Herniation Be Defined by the Oswestry Disability Index Raw Score? *Glob Spine J*. 2020;10(1):47–54.