Universidad Norbert Wiener

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y SEGUNDAS ESPECIALIDADES
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN FISIOTERAPIA EN NEURORREHABILITACIÓN

Trabajo Académico

Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025

Para optar el Título de

Especialista en Fisioterapia en Neurorrehabilitación

Presentado por:

Autora: Calizaya Zapana, Mary Carmen

Código ORCID: https://orcid.org/0009-0001-1971-6493

Asesor: Dr. Melgarejo Valverde, José Antonio

Código ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8649-0925

Lima – Perú

2026

Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Mary Carmen Calizaya Zapana egresado(a) de la Facultad de Ciencias de la Salud, del Programa Académico de Tecnología Médica en Terapia Física y Rehabilitación, de la **Segunda Especialidad en Fisioterapia en Neurorrehabilitación**, declaro que el trabajo académico "Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025" Asesorado por el docente: José Antonio Melgarejo Valverde DNI 06230600 ORCID https://orcid.org/ 0000-0001-8649-0925 tiene un índice de similitud de 11 (once) % con código oid: 14912:551356262 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor
Mary Carmen Calizaya Zapana
DNI: 70615852



Firma de asesor
José Antonio Melgarejo Valverde
DNI: 06230600

Lima, 20 de diciembre de 2025

ÍNDICE

1. Autor (es) 4

2. Docente Asesor 4

3. Información académica 4

4. Línea y sublínea de investigación 4

5. Institución en la que se ejecutará el proyecto 4

6. Título del proyecto 4

7. Resumen 4

8. Contextualización del problema 6

   8.1. Planteamiento del problema 6

   8.2. Formulación del problema 7

   8.3. Justificación 7

   8.4. Objetivos de la investigación 8

   8.5. Hipótesis 9

9. Marco Teórico 10

   9.1. Antecedentes 10

   9.2. Bases teóricas 19

   9.3. Definiciones 28

10. Metodología 29

   10.1. Enfoque de investigación 29

   10.2. Tipo de la investigación 30

   10.3. Diseño de la investigación 30

   10.4. Población y criterios de selección 30

   10.5. Muestra y muestreo 31

10.6. Variables 32

10.7. Procedimientos y técnicas 33

10.8. Plan de procesamiento y análisis de datos 35

10.9. Aspectos éticos y de integridad científica 36

11. Recursos y presupuesto 37

11.1. Equipos y bienes duraderos 37

11.2. Materiales e insumos 37

11.3. Servicio de terceros 38

12. Cronograma de actividades 39

REFERENCIAS 40

Anexos 47

1. Autor (es)

1.1. Nombres y apellidos**:** Mary Carmen Calizaya Zapana

1.2. Correo electrónico:

2. Docente Asesor

2.1. Nombres y apellidos**:** MG. Julio Cesar Granados Carrera

3. Información académica

3.1. Facultad: Facultad de Ciencias de la Salud

3.2. Programa Académico: Programa Académico de Tecnología Médica

3.3. Segunda especialidad: Segunda Especialidad en Neurorehabilitación

4. Línea y sublínea de investigación

4.1. Línea: Innovación en salud integral y gestión sanitaria para la mejora de la calidad y equidad en la atención.

4.2. Sublínea: Atención recuperativa y/o rehabilitadora.

5. Institución en la que se ejecutará el proyecto

Centro privado de rehabilitación en Tacna.

6. Título del proyecto

Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025.

7. Resumen

El presente proyecto tiene como propósito evaluar el efecto de un programa de neurorrehabilitación sobre el equilibrio funcional en pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar atendidos en un centro privado de Tacna durante el año 2025. La investigación surge ante la afectación del equilibrio estático y dinámico que presentan estos pacientes debido al dolor, la debilidad muscular y la alteración del control postural. Se empleará un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental compuesto por un grupo experimental que

recibirá un programa de neurorrehabilitación —incluyendo ejercicios de propiocepción, control motor, fortalecimiento y entrenamiento de equilibrio— y un grupo control sometido al tratamiento convencional. La población estará conformada por 44 pacientes que cumplan criterios clínicos y radiológicos de inclusión. El equilibrio funcional será evaluado mediante la Escala de Berg antes y después de la intervención. Los datos serán analizados con estadística descriptiva e inferencial, aplicando pruebas paramétricas o no paramétricas según la distribución. Se espera determinar si la neurorrehabilitación mejora de manera significativa el equilibrio estático y dinámico en comparación con la rehabilitación convencional.

Palabras clave: Equilibrio Postural, Desplazamiento del Disco Intervertebral, Fuerza Muscular, Salud y bienestar.

Abstract:

This project aims to evaluate the effect of a neurorehabilitation program on functional balance in patients diagnosed with lumbar disc herniation treated at a private rehabilitation center in Tacna in 2025. The study arises from the impairment of static and dynamic balance commonly observed in these patients due to pain, muscle weakness, and altered postural control. A quantitative approach will be employed, using a quasi-experimental design with an experimental group receiving a neurorehabilitation program—including proprioceptive exercises, motor control training, strengthening, and balance training—and a control group receiving conventional rehabilitation. The study population will consist of 44 patients who meet established clinical and radiological criteria. Functional balance will be assessed using the Berg Balance Scale before and after the intervention. Data will be analyzed through descriptive and inferential statistics, applying parametric or non-parametric tests according to data distribution. The study aims to determine whether neurorehabilitation produces a significant improvement in static and dynamic balance compared to conventional rehabilitation.

Keywords: Postural Balance, Intervertebral Disc Displacement, Muscle Strength, Health and Well-being

8. Contextualización del problema

8.1. Planteamiento del problema

La afectación del equilibrio funcional en pacientes que padecen hernia discal lumbar y dolor lumbar es una de las quejas más frecuentes entre los pacientes y representa una causa de discapacidad (1). El equilibrio postural es la capacidad de mantener o restaurar el equilibrio corporal en condiciones estáticas o dinámicas (2), lo que requiere una función estable del sistema nervioso central y también una adecuada función del sistema sensorial y motor. El equilibrio postural en pacientes que presentan hernia discal lumbar y dolor puede verse afectado por mecanismos centrales y/o periféricos.

Se estima que la hernia discal tiene una incidencia aproximada de 5 a 20 casos por cada 1000 adultos al año y es más frecuente en individuos de entre 30 y 50 años. Además, afecta a los hombres con el doble de frecuencia que, a las mujeres, con una proporción de 2:1.(3)

Entre las principales complicaciones que enfrentan los pacientes con hernia discal que varían en gravedad se menciona el dolor en la zona lumbar y los glúteos hasta casos más severos que incluyen la incapacidad para caminar y el síndrome de cola de caballo. (4) y dificultad para mantener la postura y realizar movimientos sin perder la estabilidad.

Las hernias discales lumbares suelen generar debilidad de la musculatura central, disminución de la fuerza muscular, alteraciones en la función motora y modificaciones en la capacidad de desplazamiento (5) y dolor, lo que puede alterar la propiocepción. Al producirse una compresión de las raíces nerviosas, puede provocar debilidad muscular en las piernas, lo que dificulta acciones básicas como levantar el pie al caminar, incrementando el riesgo de caídas. (5) lo que puede generar inestabilidad y riesgo de caídas.

En pacientes con hernia discal el equilibrio funcional se ve comprometido, que no se limita al control estático sino también a la estabilidad dinámica. Estudios previos sugieren que el tratamiento con ejercicios facilita el entrenamiento sensoriomotor, la retroalimentación propioceptiva de las estructuras articulares y musculares, la recuperación del control motor que a su vez mejorarían el equilibrio funcional. (6)

En tal sentido, si el equilibrio funcional depende de la sinergia de tres componentes como la

estabilidad lumbopélvica, la propiocepción y la función neuromuscular, entonces, la neurorrehabilitación representaría una alternativa terapéutica innovadora a través de un ejercicio terapéutico. La neurorrehabilitación se basa en ejercicios de propiocepción, reeducación o reentrenamiento de patrones motores alterados y el fortalecimiento muscular, para optimizar la recuperación del equilibrio funcional. Además de facilitar la reintegración a las actividades diarias, reducir la discapacidad y promover la autonomía funcional, complementando así los tratamientos conservadores convencionales y ofreciendo una mejor calidad de vida a los pacientes afectados.

No obstante, la evidencia sobre su efectividad en personas con hernia discal lumbar es aún limitada, lo que hace necesario profundizar en su estudio.

8.2. Formulación del problema

8.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025?

8.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es el nivel de equilibrio estático al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025?
b) ¿Cuál es el nivel de equilibrio dinámico al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025?

8.3. Justificación

8.3.1. Justificación teórica

El tratamiento de rehabilitación con ejercicios ha demostrado beneficios en diversas patologías neurológicas y musculoesqueléticas al mejorar el equilibrio, la estabilidad y el control motor. Sin embargo, existe un vacío en el conocimiento sobre su efectividad específica en pacientes con hernia discal lumbar, una condición caracterizada por alteraciones en el equilibrio debido al dolor, la debilidad muscular y la inestabilidad. Aunque estudios previos han abordado tratamientos convencionales para esta población, la evidencia sobre la integración de estrategias propioceptivas en la rehabilitación del equilibrio es limitada, particularmente en contextos locales como Tacna. Este estudio busca llenar este vacío y contribuir al cuerpo

teórico existente al proporcionar datos específicos sobre los efectos de estas intervenciones en esta población.

8.3.2. Justificación clínica

La hernia discal lumbar es una de las principales causas de dolor lumbar crónico y disfunción motora, afectando significativamente la calidad de vida de los pacientes. Mejorar el equilibrio en esta población es crucial para recuperar la funcionalidad y prevenir complicaciones asociadas, como caídas o atrofia muscular. La neuro rehabilitación basada en propiocepción ofrece un enfoque innovador y potencialmente más efectivo que las terapias convencionales al centrarse en la reeducación neuromuscular y el control postural. Este estudio no solo busca optimizar los resultados clínicos, sino también brindar a los profesionales de salud una herramienta terapéutica basada en evidencia, adaptada a las necesidades específicas de los pacientes con hernia discal lumbar.

8.3.3. Justificación metodológica

El diseño de este estudio permitirá evaluar de manera rigurosa y sistemática el impacto del tratamiento de neuro rehabilitación de propiocepción en el equilibrio de pacientes con hernia discal lumbar.

Además, este estudio adaptará el tratamiento a un entorno clínico real en un centro privado de Tacna, lo que facilita su implementación práctica y transferencia a otros contextos similares.

Entre las posibles limitaciones, se considera que, al no contar con un grupo de control, se dificulta establecer una comparación rigurosa entre la intervención y la evolución natural de los pacientes sin tratamiento específico, lo que podría afectar la validez interna del estudio. Asimismo, algunos factores individuales de los pacientes como la edad, el nivel de actividad física previa, la presencia de comorbilidades o el grado de afectación neuromuscular pueden influir en los resultados y producir variabilidad en la respuesta al tratamiento. Para manejar estas limitaciones y mejorar la validez del estudio, se considerarán las siguientes estrategias: definir criterios de selección para minimizar la heterogeneidad de la muestra y aplicar pruebas de regresión logística para ajustar las diferencias entre grupos.

8.4. Objetivos de la investigación

8.4.1. Objetivo general

Determinar efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna en 2025.

8.4.2. Objetivo general y específicos

a) Determinar el nivel de equilibrio estático al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025.
b) Determinar el nivel de equilibrio dinámico al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025.

8.5. Hipótesis

8.5.1. Hipótesis general

Para esta investigación se plantea como la hipótesis de estudio que: La aplicación de un tratamiento de neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Además, se considera como hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula: La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Hipótesis alterna: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

8.5.2. Hipótesis específicas

Como primera hipótesis específico de estudio se plantea que: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Considerando como hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula: La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Hipótesis alterna: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Como segunda hipótesis específica de estudio se plantea que: La aplicación de la de neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Y como hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula: La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

Hipótesis alterna: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.

9. Marco Teórico

9.1. Antecedentes

Internacionales

En China, Sun et al. (6) estudiaron el equilibrio postural y la discapacidad funcional en pacientes con dolor lumbar. Objetivo: realizar una revisión sistemática. Metodología: 105 pacientes diagnosticados con dolor lumbar crónico y un grupo control de 53 sujetos sanos, con el objetivo de comparar el desempeño funcional y el control postural mediante pruebas estandarizadas. Utilizaron el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) para medir la severidad de la discapacidad funcional y la plataforma de fuerza para evaluar parámetros de equilibrio estático y dinámico, incluyendo oscilación del centro de presión, velocidad media de desplazamiento y área de balance postural. Resultados: los pacientes con dolor lumbar

crónico presentaron valores significativamente peores en comparación con los controles sanos, con mayor oscilación y menor estabilidad en condiciones tanto de ojos abiertos como de ojos cerrados, lo que evidencia una alteración en los mecanismos de control postural asociados al dolor persistente y a las adaptaciones musculoesqueléticas. Asimismo, se observó una correlación positiva entre los puntajes de discapacidad funcional y las deficiencias en el equilibrio postural, lo que sugiere que, a mayor limitación funcional, más marcada es la alteración en el control del equilibrio. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que el dolor lumbar crónico no solo afecta la movilidad y la fuerza muscular, sino también los procesos de control neuromotor responsables de mantener la estabilidad corporal, lo que incrementa el riesgo de caídas y de dependencia en las actividades de la vida diaria. Conclusión: la evaluación del equilibrio debe integrarse de manera rutinaria en la valoración clínica de los pacientes con dolor lumbar crónico, ya que la relación entre discapacidad funcional y alteración del control postural permite comprender mejor el impacto de esta enfermedad y orientar intervenciones de rehabilitación más efectivas.

Enríquez et al. (7) realizaron una revisión sistemática sobre ejercicios multicomponente y equilibrio en adultos. Objetivo: desarrollar una revisión sistemática con metaanálisis orientada a analizar la eficacia de los programas de ejercicio multicomponente en la mejora del equilibrio y de la calidad de vida en esta población. Método: metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados (ECA) que incluyeron intervenciones basadas en ejercicios multicomponente y que evaluaron su impacto en el equilibrio y la calidad de vida de adultos mayores. Resultados: de los 110 estudios inicialmente identificados, solo cinco cumplieron con los criterios para la síntesis cuantitativa. En total, se analizaron 354 participantes con intervenciones cuya duración osciló entre uno y doce meses. Los hallazgos mostraron un efecto positivo en la dimensión física de la calidad de vida (0,322; IC 95 %: 0,053–0,590), un efecto no significativo en la dimensión mental (-0,076; IC 95 %: -0,344–0,191) y una mejora considerable en el equilibrio (0,515; IC 95 %: 0,030–0,999). Conclusión: el entrenamiento multicomponente es una alternativa adecuada para mejorar el equilibrio en adultos mayores, reduciendo con ello el riesgo de caídas. No obstante, persiste incertidumbre respecto a cuál es la combinación más eficaz de actividades de fuerza, equilibrio, aeróbicas y de flexibilidad. Asimismo, los efectos sobre la calidad de vida, especialmente en su dimensión física, no son concluyentes.

En Ecuador, Sierra & Villacis (8) el equilibrio y la funcionalidad y ejercicios propioceptivos de las personas mayores. Objetivo: determinar cómo un programa de ejercicios propioceptivos influye en el equilibrio y en la capacidad funcional de adultos mayores que asisten a un centro geronto geriátrico en Ecuador. Resultados: Participaron 20 adultos mayores entre 77 y 92 años, evaluados con pruebas estandarizadas (Up and Go, Romberg y Escala de Berg). Tras siete semanas de entrenamiento, se evidenció una mejoría significativa en la estabilidad postural y en la reducción del riesgo de caídas. En la prueba Up and Go, el número de personas con desempeño normal pasó del 15 % al 30 %. En la prueba de Romberg, los participantes que no mostraban pérdida de equilibrio aumentaron en un 17 %. Finalmente, en la Escala de Berg desapareció el grupo con alto riesgo de caídas, y el 70 % pasó a mostrar un riesgo leve. Conclusión: el entrenamiento propioceptivo demostró ser una estrategia eficaz para fortalecer el equilibrio y mejorar la funcionalidad en adultos mayores, favoreciendo su independencia en las actividades de la vida diaria.

En Egipto, Takla (9) realizó un estudio sobre alteraciones del equilibrio estático y dinámico en personas con radiculopatía lumbar. El objetivo fue analizar los cambios en el equilibrio postural estático y dinámico en pacientes con radiculopatía lumbar (RL) causada por hernia discal. Este trabajo adoptó un diseño caso-control, incluyendo 12 pacientes con RL unilateral y 12 individuos sanos como grupo control. Se utilizó el *Functional Reach Test* para evaluar el equilibrio estático y el sistema Biodex Balance para medir la estabilidad dinámica, considerando índices de estabilidad global, mediolateral y anteroposterior. Los resultados mostraron que los pacientes con RL presentaron un alcance funcional reducido, índices de estabilidad postural significativamente elevados y un deterioro en el control direccional, reflejando un desequilibrio postural importante. La conclusión subrayó que estas alteraciones, vinculadas a déficits en la propiocepción y en la respuesta neuromuscular, justifican la necesidad de programas de rehabilitación dirigidos a mejorar el equilibrio y la estabilidad.

En Brasil, Shirin(10) hizo una revisión sistemática la que analiza la efectividad de las intervenciones de ejercicio enfocadas en la rehabilitación de la enfermedad degenerativa del disco lumbar (EDD), considerada una de las causas más frecuentes de dolor lumbar crónico. Métodos: Siguiendo las directrices PRISMA, se efectuó una búsqueda exhaustiva en bases de datos internacionales y regionales (PubMed, Scopus, Web of Science, Magiran, SID y Noormags), abarcando el periodo comprendido entre enero de 2010 y enero de 2025. El

protocolo fue registrado en el Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO) bajo el número CRD420251088811. Mediante términos clave como “EDD lumbar”, “terapia de ejercicio” y “rehabilitación”, se identificaron 2495 estudios. Tras el proceso de selección, 20 investigaciones —entre ellas ensayos clínicos, estudios cuasiexperimentales y experimentales— cumplieron los criterios de inclusión y fueron evaluadas utilizando el Formulario de Revisión Crítica de McMaster para Estudios Cuantitativos. Resultados: Las intervenciones basadas en hidroterapia, ejercicios de estabilidad del tronco, Pilates y entrenamiento en suspensión evidenciaron reducciones significativas del dolor y mejoras funcionales notables. Aunque las terapias multimodales (por ejemplo, la combinación de ejercicio acuático y acupuntura) mostraron beneficios clínicos, los estudios comparativos no hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos métodos. El entrenamiento en suspensión destacó por ofrecer una mayor eficacia en la disminución del dolor en comparación con los ejercicios de estabilidad del tronco realizados de forma aislada. La calidad metodológica de los estudios incluidos osciló entre buena y excelente, predominando las valoraciones altas (8 clasificados como “excelente”, 7 como “muy buena” y 5 como “buena”). Entre las principales limitaciones se identificaron la heterogeneidad metodológica, el reducido tamaño muestral (n = 14–30) y la falta de seguimiento prolongado. Conclusiones: La evidencia disponible confirma que la rehabilitación basada en el ejercicio constituye una alternativa eficaz para el manejo de la enfermedad degenerativa del disco lumbar. En particular, el entrenamiento en suspensión y la terapia acuática demostraron mayores beneficios en la reducción del dolor y la mejora funcional. Se recomienda que futuras investigaciones implementen protocolos más estandarizados, incluyan muestras más amplias y consideren periodos de seguimiento más prolongados para fortalecer la validez y generalización de los resultados.

En corea del sur, Dae-Keun Jeong(11) tuvo como propósito analizar los efectos de los movimientos pélvicos sobre la función lumbar en pacientes con hernia discal lumbar, tras la aplicación de un programa de ejercicios de estabilización lumbar, con el fin de proponer un método de intervención aplicable en futuras prácticas clínicas. Sujetos y métodos: Participaron 30 pacientes diagnosticados con hernia de disco lumbar, quienes realizaron sesiones de intervención de 30 minutos diarios, tres veces por semana durante cuatro semanas. Los participantes se distribuyeron en dos grupos: 15 pacientes conformaron el grupo experimental

I, sometido a un programa de ejercicio de resistencia de estabilización centrado en el equilibrio, y los otros 15 integraron el grupo experimental II, que realizó ejercicios de estabilización tridimensional. Previo al tratamiento, se evaluó el índice de hernia discal mediante resonancia magnética, el ángulo sacro mediante radiografía, y la función lumbar utilizando el índice KODI. Las mismas mediciones se repitieron al finalizar las cuatro semanas de intervención. Resultados: En ambos grupos experimentales se observaron cambios significativos en el índice de hernia discal, el ángulo sacro y los puntajes del KODI después del tratamiento. Asimismo, cada grupo mostró una mejoría significativa en el índice de hernia discal y el ángulo sacro en comparación con las mediciones iniciales. En el grupo experimental I se identificó una correlación negativa entre el índice de hernia discal y el ángulo sacro, lo que sugiere una relación inversa entre ambos parámetros. Conclusión: El ejercicio de estabilización lumbar, basado en el control del equilibrio mediante movimientos pélvicos, favorece la movilidad y estabilidad de la articulación sacroilíaca, incrementando la amplitud de los movimientos pélvicos y lumbares. Además de mejorar la propiocepción, esta intervención contribuye positivamente a la recuperación funcional del disco lumbar, consolidándose como una alternativa terapéutica eficaz en la rehabilitación de pacientes con hernia discal lumbar.

En Rumania, Tarcău(12) planteó como el propósito principal de este estudio fue evaluar la eficacia de un programa de rehabilitación integral (PR) que incluyó electroterapia (ET), hidroterapia (HT) y fisioterapia personalizada (FT), en comparación con la aplicación exclusiva de electroterapia, en pacientes con dolor lumbar crónico (PDL). Asimismo, se buscó analizar la relación entre la implementación temprana del tratamiento rehabilitador y la evolución de los síntomas en estos pacientes. Métodos: La investigación se desarrolló entre julio de 2021 y enero de 2022 en el Centro de Tratamiento del Hotel Ceres de Baile 1 Mai (Rumania), contando con el consentimiento informado de todos los participantes. Para la asignación de los sujetos se empleó un método de aleatorización por bloques, garantizando la igualdad en el número de participantes entre los grupos y un equilibrio adecuado en las características iniciales. Así, cada grupo estuvo conformado por 30 pacientes, considerando además la motivación y disposición de estos para participar en programas que incluyeran no solo electroterapia, sino también ejercicios físicos e hidroterapia. Los criterios de inclusión fueron: dolor lumbar persistente por más de tres meses, diagnóstico de dolor lumbar crónico

confirmado por resonancia magnética (sin compresión dural) y capacidad física para realizar fisioterapia. El grupo control recibió únicamente un programa convencional de ejercicios físicos, mientras que el grupo experimental fue sometido a un programa integral individualizado que combinó fisioterapia, hidroterapia y ejercicios terapéuticos. Para la evaluación de resultados, se midieron variables como la movilidad espinal —flexión lateral lumbar (LLF), distancia dedos-suelo (IFG), prueba de Schober lumbar (LS) y prueba de Schober invertida (ILS)—, la fuerza muscular de los flexores y extensores del tronco (LF y LE), el nivel de dolor mediante el Cuestionario McGill de Forma Corta (SF-MPQ) y la Escala Visual Analógica (EVA), así como el grado de discapacidad con el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI). Resultados: El análisis estadístico mediante ANOVA de una vía mostró una mejoría significativa en todas las variables en el grupo experimental después de seis meses de intervención: reducción del dolor (SF-MPQ: IC 95% = 7.996–11.671; EVA: IC 95% = 1.965–3.169), aumento de la movilidad (FTF: IC 95% = −7.687/−3.940; LS: IC 95% = 2.272–2.963), incremento de la fuerza muscular (LE: IC 95% = −5.676/−3.324; LF: IC 95% = −5.970/−3.630) y disminución del grado de discapacidad (ODI: IC 95% = 8.026–10.441). Además, la correlación de Bravais-Pearson evidenció una asociación significativa entre el inicio temprano del tratamiento y una mejor recuperación sintomática. Conclusión: Los resultados de este estudio subrayan la eficacia de combinar la fisioterapia individualizada, la hidroterapia y la electroterapia como parte de un enfoque integral de rehabilitación. Se concluye que una intervención temprana reduce de forma considerable la percepción del dolor y el nivel de discapacidad asociados al dolor lumbar crónico, mejorando así la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes.

En Emiratos Árabes, Aljallad(13) realizó un estudio prospectivo, realizado con casos consecutivos, se llevó a cabo en cinco clínicas de fisioterapia de los Emiratos Árabes Unidos entre enero de 2021 y marzo de 2023, con el propósito de evaluar los parámetros radiográficos coronales de la columna lumbar como posibles predictores de los resultados del tratamiento conservador en pacientes que presentaban dolor lumbar y radicular asociado a hernia discal lumbar. Métodos: La muestra estuvo compuesta por 90 pacientes (edad media: 44 años; 54 % hombres) diagnosticados con hernia discal lumbar, quienes recibieron tratamiento conservador. Todos los participantes fueron evaluados mediante resonancia magnética y radiografías lumbares para analizar la alineación vertebral. El tratamiento incluyó ejercicios

terapéuticos específicos, diatermia, tracción lumbar, educación postural, programa de ejercicios domiciliarios y medicación complementaria. Además, se recopilaron datos demográficos detallados y se realizó un seguimiento a los seis meses posteriores al alta. Criterios de éxito terapéutico: Se consideró un resultado satisfactorio cuando se cumplieron al menos cuatro de los siguientes criterios: Reducción del dolor radicular o de pierna en ≥17,5 puntos (escala NRS 0–100); Disminución de la fatiga en ≥7,5 puntos; Reducción del malestar general en ≥5 puntos; Disminución de la interferencia en las actividades de la vida diaria en ≥9,5 puntos. Resultados: El análisis a los seis meses mostró que la edad del paciente, el nivel educativo y el ángulo lumbosacro radiográfico influyeron significativamente en la probabilidad de alcanzar un resultado exitoso. Cada incremento de un año en la edad redujo la probabilidad de mejoría en el dolor (OR = 0,85; p = 0,016), fatiga (OR = 0,85; p = 0,016) y limitación funcional (OR = 0,89; p = 0,042) en 15 %, 15 % y 11 %, respectivamente. Un nivel educativo más bajo se asoció con una mayor probabilidad de éxito en la mejoría del dolor, la fatiga y la interferencia en las actividades diarias, con incrementos del 26,18 %, 26,18 % y 7,5 % (p = 0,006; p = 0,006; p = 0,029). Un mayor ángulo lumbosacro (indicativo de peor alineación) disminuyó significativamente las probabilidades de mejora del dolor, fatiga, malestar y funcionalidad en 3,52, 3,52, 27,99 y 2,55 veces, respectivamente (p < 0,001; <0,001; = 0,003; = 0,001). Conclusión: Los resultados sugieren que la edad más joven, un nivel educativo menor y una alineación coronal más equilibrada de la columna lumbar se asocian con mejores resultados clínicos tras seis meses de tratamiento conservador en pacientes con dolor lumbar crónico y radiculopatía secundaria a hernia discal lumbar. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto los factores demográficos como los parámetros radiográficos en la planificación de programas de rehabilitación individualizados.

Nacionales

No se han identificado estudios relacionados con el uso de neurorrehabilitación en pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar. Sin embargo, se realizó un estudio relacionado con las variables de la presente investigación sobre neurorrehabilitación con pacientes adultos mayores y su recuperación funcional.

En Loreto, Angulo & Meza (14) presentaron un estudio sobre la neurorrehabilitación en pacientes mayores con ictus y su influencia en la recuperación funcional Metodológicamente,

el estudio es observacional, analítico, de casos y controles. Se incluyeron 400 pacientes atendidos entre junio de 2014 y junio 2015, 200 diagnosticados de ictus y 200 sin la enfermedad. Todos los pacientes fueron evaluados con la escala de Rankin modificada, la cual mide el grado de discapacidad y autonomía antes y después de la intervención. El programa de neurorrehabilitación consistió en ejercicios motores, de equilibrio, estimulación neuromuscular y apoyo multidisciplinario, ajustado a cada caso. Los pacientes que recibieron el programa de neuro rehabilitación mostraron una mejoría funcional, según los puntajes de la escala de Rankin modificada, sobre todo en aquellos que comenzaron temprano. Conclusión: la neuro rehabilitación es una herramienta para la recuperación de adultos mayores que padecieron ictus, ya que promueve la movilidad y la independencia e influye en su autoestima y la calidad de vida.

En Tacna, Castro flores y Moreno Oviedo(15) plantearon su estudio con el propósito de este estudio fue evaluar la efectividad del ejercicio terapéutico basado en el control motor en el tratamiento de pacientes con dolor lumbar crónico. Metodología: Se desarrolló un estudio de tipo cuasi-experimental, longitudinal, prospectivo, analítico y aplicativo, conformado por dos grupos de 28 pacientes cada uno (grupo control y grupo experimental), asignados en una proporción 1:1. La investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto y octubre de 2022. Como instrumentos de recolección de datos se empleó un cuestionario estructurado en cuatro secciones: la primera correspondió al consentimiento informado; la segunda recopiló información sociodemográfica; la tercera incluyó una escala numérica del dolor (1–10), y la cuarta aplicó la Escala de Discapacidad de Oswestry para evaluar el grado de limitación funcional. Resultados: Los hallazgos evidenciaron una reducción significativa en la intensidad del dolor en ambos grupos, siendo más notoria en el experimental. En este grupo, el puntaje promedio disminuyó de 7,14 [RIC 2,00] en la primera medición a 1,71 [RIC 3,00] tras la intervención; mientras que en el grupo control pasó de 7,93 [RIC 2,00] a 4,21 [RIC 2,00] en el mismo periodo. Respecto a la Escala de Oswestry, se observó una disminución progresiva del nivel de discapacidad en las tres evaluaciones. En el grupo experimental, los pacientes con discapacidad moderada (57,1%) e intensa (7,1%) en la evaluación inicial alcanzaron un 100 % de nivel mínimo al finalizar el tratamiento. En el grupo control, el porcentaje de pacientes con discapacidad moderada e intensa pasó de 42,9 % y 28,6 %, respectivamente, a 21,4 % y 7,1 %. Conclusión: Los resultados confirman que el ejercicio terapéutico basado en el control motor

es efectivo para reducir el dolor y mejorar la función lumbar en pacientes con dolor lumbar crónico atendidos en el Centro Quiropráctico De Vida, Tacna (2022). En consecuencia, se propone su implementación como método terapéutico complementario en el manejo del dolor y la limitación funcional de esta patología.

9.2. Bases teóricas

9.2.1. Neurorrehabilitación

9.2.1.1.Definición

La neurorrehabilitación se define como un proceso asistencial complejo orientado a restaurar, minimizar o compensar déficits funcionales en personas con discapacidades graves causadas por lesiones del sistema nervioso central.(17)

También se le define como proceso orientado a disminuir la deficiencia, la restricción de la actividad y la restricción de la participación que experimentan las personas como resultado de una enfermedad neurológica.(18)

El proceso de neurorrehabilitación persigue múltiples objetivos: identificar alteraciones, guiar la plasticidad neuronal, prevenir complicaciones, maximizar la recuperación funcional, promover la autonomía física, cognitiva y conductual, restaurar la autoestima y facilitar la reintegración social, además de ofrecer apoyo al entorno familiar. El proceso de neurorrehabilitación persigue múltiples objetivos: identificar alteraciones, guiar la plasticidad neuronal, prevenir complicaciones, maximizar la recuperación funcional, promover la autonomía física, cognitiva y conductual, restaurar la autoestima y facilitar la reintegración social, además de ofrecer apoyo al entorno familiar.

Entrenamiento específico de alta intensidad y volumen

Los enfoques de rehabilitación moderna en lesión medular se centran en la ejecución repetitiva de ejercicios intensivos y de alto volumen, los cuales han demostrado efectos clínicos favorables tanto en lesiones completas como incompletas.(19)

La terapia restaurativa basada en la actividad surge a partir del principio de que la activación motora puede inducirse mediante entrenamiento intensivo, incluso después de una lesión grave de la médula espinal. Este modelo se sustenta en la hipótesis de que la locomoción puede conservarse a través de la estimulación de los generadores centrales de patrones (GPC), redes neuronales que coordinan el equilibrio de manera autónoma, sin requerir control cortical por debajo del nivel de la lesión.(19,20)

Investigaciones realizadas por Grillner y colaboradores demostraron que gatos con

lesión medular completa pueden ser condicionados para ponerse de pie y desplazarse en cinta rodante mediante un entrenamiento intensivo, alcanzando diferentes velocidades y fuerza de soporte.(19,20)

Por su parte, Harkema y su equipo evidenciaron que el entrenamiento en cinta rodante con soporte de peso corporal incrementa la actividad espontánea de los extensores de cadera después de la lesión. Sin embargo, los pacientes con lesión motora completa representan un grupo clínico más complejo, y hasta el momento no se ha observado una mejoría funcional significativa con este tipo de entrenamiento locomotor intensivo.(19,20)

Uso de exoesqueletos en la rehabilitación de lesiones medulares

El empleo de exoesqueletos robóticos tanto en la fase aguda de rehabilitación como en la asistencia de las actividades de la vida diaria (AVD) representa una alternativa innovadora para favorecer la recuperación funcional en lesiones del sistema nervioso central. Tras una lesión medular, la rápida atrofia muscular y los cambios celulares poco comprendidos dificultan el proceso de rehabilitación. Además, el alto esfuerzo físico que requieren las tareas básicas, con o sin ayudas ortésicas, incrementa el gasto energético y puede limitar las AVD del paciente.(20,21)

Los exoesqueletos han surgido como una solución eficiente a las limitaciones del entrenamiento en cinta rodante, ya que disminuyen la fatiga del paciente y del terapeuta al proporcionar soporte mecánico a los músculos debilitados y reducir el consumo energético. Estos dispositivos pueden ser pasivos o motorizados, y los de tipo activo incorporan baterías externas que brindan asistencia articular ergonómica con diseños cada vez más eficientes.(21,22)

En estudios recientes, Grasmücke y colaboradores emplearon un exoesqueleto híbrido (HAL, Cyberdyne Inc., Japón) que utiliza señales electromiográficas del usuario con lesión incompleta como asistencia del dispositivo motorizado. Los resultados indican que los pacientes motivados pueden mejorar su desempeño funcional y sus AVD con este tipo de entrenamiento.

Si bien los exoesqueletos aún no sustituyen completamente la deambulación natural, los avances tecnológicos continuos en su diseño están contribuyendo a mejorar la

calidad de vida de las personas con lesión medular. Actualmente, diversos modelos tanto para uso en cinta rodante como de movilidad independiente se encuentran en ensayos clínicos que buscan redefinir las estrategias terapéuticas hospitalarias y domiciliarias.(20)

9.2.1.2.La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP)

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) es un enfoque terapéutico utilizado en fisioterapia que combina patrones específicos de movimiento, técnicas manuales y estímulos verbales con el propósito de optimizar la función neuromuscular, la fuerza, el control motor y la amplitud articular. Este método tiene un amplio rango de aplicaciones, desde la rehabilitación neurológica y musculoesquelética hasta la mejora del rendimiento físico en diferentes poblaciones, como adultos mayores, personas con parálisis cerebral o pacientes internados en unidades de cuidados intensivos.(23–25)

Las técnicas de FNP se basan en la combinación de contracciones musculares activas y pasivas, junto con estiramientos y movimientos ejecutados en patrones diagonales y espirales. Estos buscan facilitar la activación muscular y optimizar la coordinación motora. En el ámbito del estiramiento, la FNP ha mostrado ser más eficaz que otras técnicas para incrementar la amplitud de movimiento, especialmente a corto plazo, al modular la tolerancia al estiramiento y posiblemente la percepción del dolor.(26) En el contexto de la rehabilitación funcional, su aplicación ha evidenciado mejoras en la fuerza muscular, el control del tronco y las habilidades motoras, tanto en niños con parálisis cerebral como en adultos mayores con limitaciones funcionales.(23,24)

En pacientes críticos, como aquellos sometidos a ventilación mecánica, la FNP puede emplearse de manera segura para estimular patrones respiratorios y favorecer la función del diafragma y de la pared torácica, sin producir alteraciones significativas en los parámetros vitales.(25) Asimismo, en el ámbito deportivo y del ejercicio físico, la FNP se utiliza para perfeccionar el aprendizaje motor y la coordinación muscular. Aunque su efecto sobre la fuerza máxima y la velocidad de desarrollo del torque es comparable al de los métodos tradicionales, presenta la ventaja de reducir la coactivación muscular.(27)

En síntesis, la FNP constituye una intervención respaldada por la evidencia científica que, mediante principios neurofisiológicos, promueve la activación y el control muscular, mejora la amplitud articular y contribuye significativamente a la rehabilitación funcional en diversas condiciones clínicas y poblaciones(23–25)

9.2.2. Mecanismos periféricos del equilibrio

Los mecanismos periféricos del equilibrio incluyen (1) sistemas somatosensoriales (por ejemplo, receptores en articulaciones, músculos y ligamentos) que proporcionan información sobre la posición y la fuerza de las articulaciones, (2) el sistema visual, que proporciona información sobre el entorno, y (3) el sistema vestibular, que proporciona información sobre la velocidad angular y la aceleración lineal. (6)

El sistema nervioso central integra las entradas periféricas y controla las respuestas musculares apropiadas para mantener el equilibrio. Si alguno de estos componentes se ve afectado, puede producirse un deterioro del equilibrio postural.(6)

9.2.3. Equilibrio funcional

Referido a mantener el equilibrio durante las tareas cotidianas requiere un control y una coordinación complejos de los sistemas sensoriomotor y neuromuscular. Con el aumento de la edad, las deficiencias en el equilibrio y la fuerza muscular son comunes y a menudo se ven exacerbadas por la baja actividad física.(28) La baja masa muscular reduce la fuerza y puede perjudicar el control postural y equilibrio. Los cambios en las fibras musculares de tipo II y las velocidades de procesamiento neuronal contribuyen a un tiempo de reacción más lento.(28)

Tratamiento conservador activo para el equilibrio funcional y hernia discal lumbar

- Flexibilidad articular y elasticidad muscular. El mantenimiento de la flexibilidad articular y la elasticidad muscular es clave para conservar la amplitud de movimiento funcional y prevenir rigideces. Esto permite una mejor adaptación del sistema musculoesquelético a las cargas biomecánicas y disminuye el riesgo de recidivas o compensaciones que perpetúen el dolor. (29)
- Estiramiento muscular. Tiene como finalidad aumentar la extensibilidad del músculo, disminuir la tensión y aliviar el dolor. En el contexto de la hernia discal,

se aplican técnicas suaves y progresivas que se adaptan a la tolerancia del paciente, evitando provocar reflejos de defensa o espasmos.

- Estiramiento terapéutico. Este tipo de estiramiento se integra como parte de una estrategia de intervención fisioterapéutica individualizada. Abarca maniobras pasivas, activas y autoasistidas, que se aplican de manera dosificada. Se emplea especialmente para mejorar la movilidad en zonas con restricción funcional. (29)
- Potenciación muscular. El fortalecimiento de grupos musculares específicos, como los abdominales y paravertebrales, permite estabilizar la columna lumbar. Se utilizan ejercicios isométricos, isotónicos y de resistencia progresiva para mejorar el soporte biomecánico y reducir la presión sobre los discos intervertebrales.(29)

Métodos y terapias basadas en ejercicios físicos.

- Técnica McKenzie y Técnica Williams

Comprenden ejercicios de estabilización lumbar y pilates terapéutico. Estas terapias tienen respaldo científico para reducir el dolor, mejorar la función y promover la autorregulación del paciente. El concepto de la terapia McKenzie implica ejercicios repetidos siguiendo una preferencia direccional, pero a veces también movilización o manipulación espinal.(30)

- La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP)

Es un enfoque de fisioterapia que emplea la contracción y la relajación de los músculos (estiramientos pasivos, activos y contracciones musculares) para mejorar la fuerza muscular, la flexibilidad, elasticidad, la coordinación y el control del movimiento en pacientes que han sufrido diversas lesiones o intervenciones quirúrgicas.(31)

La FNP se fundamenta en los principios de la neurofisiología motora, en la estimulación de los mecanorreceptores del cuerpo, conocidos como propioceptores de tendones y músculos, para acelerar las respuestas neuromusculares a través de la comunicación entre el sistema musculo esquelético y el sistema nervioso.(31)

El método FNP logra mayor activación neuromuscular debido a las contracciones isométricas y estiramientos controlados. Este procedimiento activa los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi, que controlan el tono muscular y

permiten una contracción más coordinada y eficiente. Por eso es una buena manera de reeducar el control motor, fortalecer, disminuir la espasticidad y prevenir lesiones en personas con alteraciones neuromotoras (parálisis cerebral, por ejemplo).(31)

9.2.2.1. Equilibrio funcional y hernia discal lumbar

En pacientes que padecen de hernia discal, el equilibrio funcional se compromete debido a la alteración estructural de los discos intervertebrales, la pérdida de la curvatura fisiológica y la inestabilidad de las articulaciones sacroilíacas. Estas modificaciones provocan rigidez muscular, limitan la movilidad de la pelvis y la columna, y reducen la capacidad de mantener posturas estables o caminar sin dolor.(6)

En tal sentido, se produce un desequilibrio postural vinculado con la debilidad de los músculos profundos del tronco, como el multífido y el transverso del abdomen, que cumplen una función esencial en la estabilización segmentaria de la columna y en la coordinación motora fina del tronco. Cuando estos músculos pierden su activación, se altera la propiocepción, o la capacidad del cuerpo para percibir su posición y movimiento en el espacio, lo que afecta la estabilidad global y la capacidad funcional del individuo.(6)

Desde un ángulo funcional, el equilibrio no solo implica el control estático, sino que comprende la estabilidad dinámica o la capacidad de mantener el control postural durante el movimiento. Los programas de ejercicios dirigidos a promover la estabilización lumbar pueden promover el entrenamiento sensoriomotor integral que mejora tanto la estabilidad segmentaria como la global del tronco. Este tipo de intervención estimula la retroalimentación propioceptiva de las estructuras articulares y musculares, lo que favorece la coordinación de la pelvis y el raquis, y contribuir a la recuperación del control motor, siendo estos factores esenciales para el equilibrio funcional.(6)

El fortalecimiento del core y la mejora del control del centro de gravedad favorecen directamente en la capacidad del paciente para realizar actividades diarias con mayor seguridad y menor dolor. En tal sentido, el equilibrio funcional en la hernia discal lumbar está determinado por los siguientes componentes: sinergia entre la estabilidad lumbopélvica, la función neuromuscular y la propiocepción.(6)

9.2.3. Hernia discal lumbar

Las hernias discales lumbares son una causa frecuente de dolor lumbar, problemas neurológicos y dolor en los glúteos o las piernas. Esta condición implica el desplazamiento del núcleo pulposo del disco intervertebral a través del anillo fibroso, lo que provoca presión sobre las estructuras nerviosas. La gravedad de los síntomas causados por las hernias discales lumbares puede variar ampliamente, desde molestias leves en la zona lumbar y los glúteos hasta casos graves que incluyen dificultades para movilizarse o el síndrome de cauda equina.(4)

El diagnóstico requiere una historia clínica completa, un examen físico y técnicas avanzadas de imagen. Las estrategias de tratamiento se adaptan a los síntomas del paciente, los hallazgos del examen y los resultados de las imágenes. Si bien muchos pacientes encuentran alivio con intervenciones no quirúrgicas, las opciones quirúrgicas pueden considerarse si los síntomas persisten o empeoran.(4)

El nervio ciático se compone de aportes radiculares provenientes de L4 a S2, que tras converger en el plexo lumbosacro dan origen al nervio ciático propiamente dicho, el cual se divide en sus ramas peronea y tibial. Aunque raíces más craneales involucradas en otras estructuras neurales, como el nervio femoral, también pueden verse comprometidas, la localización más común de la lesión se encuentra en los recesos laterales de los segmentos intervertebrales L4-L5 y L5-S1, con menor frecuencia en L3-L4.(32)

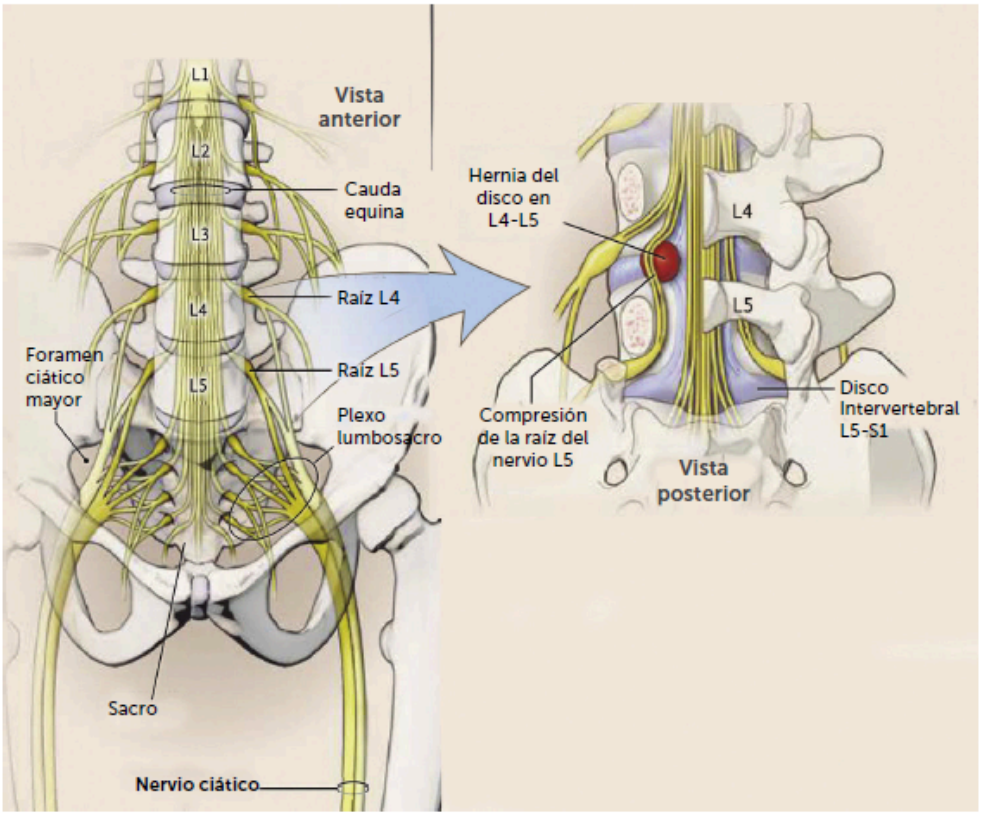


Figura 1. Estructura y formación del nervio ciático y compresión de raíz L5 izquierda por HDI L4-5 posterolateral. Tomado de Ropper AH; et al.(32)

Etiología

La degeneración del disco suele estar vinculada a la hernia discal. Con el envejecimiento, los fibrocondroblastos del disco experimentan senescencia y una disminución en la producción de proteoglicanos. Esta reducción conlleva a la deshidratación y el colapso del disco, lo que incrementa la tensión sobre el anillo fibroso, provocando desgarros y fisuras que facilitan la herniación del núcleo pulposo. En consecuencia, cuando el disco está sometido a estrés mecánico repetitivo, los síntomas aparecen de manera gradual y tienden a volverse crónicos.(33)

Entre las posibles causas se incluye a los trastornos del tejido conectivo y afecciones congénitas, como pedículos cortos (34) y también a la sobrecarga axial ejerce una fuerza biomecánica significativa sobre un disco sano, lo que puede ocasionar la extrusión del material discal a través de un anillo fibroso debilitado. Estas lesiones suelen provocar síntomas agudos más graves.(35)

Fisiopatología

La fisiopatología de la hernia discal lumbar se fundamenta en la degeneración progresiva y posterior ruptura o desplazamiento del material del disco intervertebral, particularmente del núcleo pulposo, a través del anillo fibroso. Este fenómeno ocurre con mayor frecuencia en la región posterolateral del disco, aunque también pueden presentarse herniaciones de tipo central o medial.(36)

Desde una perspectiva biomecánica, el proceso se inicia con la falla estructural del anillo fibroso, especialmente en su porción lateral interna, como consecuencia de una sobrecarga mecánica generada por movimientos de flexión combinados con compresión axial. Dicha sobrecarga produce una ruptura progresiva del anillo, permitiendo que el núcleo pulposo se desplace hacia el canal vertebral o los forámenes intervertebrales, donde puede ejercer compresión sobre las raíces nerviosas.(37,38) Investigaciones in vivo han identificado que la lesión anatómica más frecuente en la hernia lumbar es la fractura o avulsión de la unión cartílago-hueso del platillo vertebral, en lugar de la ruptura aislada del anillo fibroso. Esto sugiere que la degeneración y el daño en dicha unión desempeñan un papel determinante en la patogénesis de la hernia discal.

Más allá del componente mecánico, la hernia discal conlleva un importante proceso inflamatorio. El contacto del núcleo pulposo con las raíces nerviosas provoca una respuesta inflamatoria local caracterizada por la activación de macrófagos y la liberación de mediadores proinflamatorios, los cuales contribuyen al dolor radicular y a la disfunción neurológica.(36,38,39) Asimismo, la degeneración del disco intervertebral se asocia con alteraciones moleculares en la matriz extracelular, estrés oxidativo y modificaciones en la expresión génica, factores que comprometen la integridad estructural del disco y favorecen la progresión del proceso herniario.

Diagnóstico

El diagnóstico de la hernia discal lumbar se basa en la correlación entre la historia clínica, el examen físico y los hallazgos de estudios por imágenes. El proceso diagnóstico se inicia con una anamnesis dirigida y una exploración física exhaustiva, orientadas a identificar un posible síndrome radicular y a descartar otras causas de

lumbalgia o ciatalgia, como tumores, fracturas, infecciones o neuropatías.(36)

Los signos y síntomas característicos incluyen dolor lumbar irradiado a una o ambas extremidades inferiores (ciática), parestesias (hormigueo o adormecimiento), debilidad muscular y, en los casos más graves, alteraciones esfinterianas o anestesia en silla de montar, propias del síndrome de cauda equina.(36,40) El dolor radicular, generalmente unilateral, sigue el trayecto de la raíz nerviosa comprometida, siendo más frecuente en los niveles L4-L5 y L5-S1. Los pacientes suelen describir dolor predominante en la pierna respecto a la espalda, acompañado de entumecimiento, debilidad y, ocasionalmente, sensaciones disestésicas como ardor o dolor al tacto.(40) La distribución de los síntomas depende del nivel radicular afectado, aunque los compromisos de L5 y S1 presentan una amplia superposición en las áreas de dolor y parestesias.(40)

Durante la evaluación física, la prueba de elevación de la pierna recta (Straight Leg Raising, SLR) es la más empleada. Su positividad —reproducción del dolor radicular entre 30° y 70° de flexión— presenta alta sensibilidad, aunque baja especificidad. Por el contrario, el SLR cruzado (aparición de dolor al elevar la pierna contralateral) es menos sensible, pero más específico para la compresión radicular. Otros hallazgos clínicos incluyen debilidad motora, hipoestesia en el territorio de la raíz afectada y disminución o abolición de los reflejos osteotendinosos, como el reflejo aquíleo en lesiones del nivel S1. La combinación de varios signos clínicos incrementa la precisión diagnóstica.(36,40)

El diagnóstico definitivo se establece mediante estudios de imagen, siendo la resonancia magnética (RM) el método de referencia para confirmar la presencia, localización y tipo de hernia discal (protrusión, extrusión o secuestro), así como su relación con las estructuras neurales.(36) La tomografía computarizada (TC) constituye una alternativa válida cuando la RM está contraindicada o no disponible. Aunque la radiografía simple no permite visualizar hernias discales, resulta útil para descartar patologías óseas. Finalmente, la electromiografía se reserva para casos con manifestaciones clínicas ambiguas o discordantes con los hallazgos de imagen.(36)

9.3. Definiciones

Equilibrio funcional

se refiere a la capacidad de mantener, lograr o restaurar un estado de estabilidad postural durante la realización de actividades funcionales, ya sea en reposo o en movimiento. Este concepto implica la integración de sistemas sensoriales (visual, vestibular y somatosensorial), el control motor y la capacidad de responder a perturbaciones internas o externas para prevenir caídas o pérdidas de estabilidad.(41)

Hernia discal

Es una afección de la columna vertebral en la que se produce un daño en el anillo fibroso, lo que permite que el núcleo pulposo, que normalmente se encuentra en el centro del disco intervertebral, se desplace fuera de su posición.(42)

Propiocepción

Propiocepción es la capacidad del sistema nervioso para percibir la posición, el movimiento y la orientación de las partes del cuerpo en el espacio, gracias a la información aferente proveniente de los mecanorreceptores articulares, musculares y cutáneos. La propiocepción es fundamental para el control postural y el equilibrio, y su alteración se asocia a déficits en la estabilidad y el riesgo de caídas.(43,44)

Rehabilitación del equilibrio

Rehabilitación del equilibrio consiste en un conjunto de intervenciones terapéuticas dirigidas a mejorar la capacidad de mantener la estabilidad postural y prevenir caídas, mediante ejercicios específicos que estimulan la integración sensorial, el control motor y la respuesta adaptativa a perturbaciones. Estas intervenciones pueden incluir entrenamiento en superficies inestables, ejercicios de transferencia de peso, y tareas funcionales progresivas.(44)

10. Metodología

10.1. Enfoque de investigación

La investigación seguirá un enfoque cuantitativo. Este enfoque implica la recolección sistemática y controlada de datos que pueden ser cuantificados, permitiendo la comparación entre grupos, la evaluación de la efectividad de intervenciones, y la realización de pruebas

estadísticas para determinar asociaciones o diferencias significativas.(45,46)

10.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación será aplicada, ya que se recolecta la información para incrementar el conocimiento.(47) Su alcance será explicativo, ya que se los efectos que tiene la variable independiente en la dependiente que es el equilibrio.

10.3. Diseño de la investigación

Será un estudio explicativo (cuasiexperimental), ya que se manipulará la variable independiente. Comprenderá dos grupos, uno de intervención denominado como grupo experimental que recibirá el tratamiento de neurorrehabilitación y el segundo que recibe el nombre de grupo de control que recibirá la rehabilitación convencional. Es un diseño de investigación utilizado en ciencias de la salud para estimar el efecto causal de una intervención o exposición cuando la asignación aleatoria de los participantes no es posible o ética.(48,49)

La experimentación se llevará a cabo bajo el siguiente esquema de la intervención:

Tabla 1

Esquema de intervención estudio cuasiexperimental.

Grupo	Corte 1 (Inicio)	Corte 2 (Final)
Grupo Experimental: Tratamiento de neurorrehabilitación	Pre test	Post test
Grupo Control: Rehabilitación convencional	Pre test	Post test

10.4. Población y criterios de selección

La unidad de estudio estará conformada por los pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar.

Población de estudio: Estará conformada por todos los pacientes atendidos en un centro de rehabilitación física privado especializado en atención de pacientes con lesión en columna dentro del periodo comprendido entre octubre de 2025 y diciembre de 2025; siendo un total de 40 pacientes con el diagnostico de hernia discal lumbar.

Se emplearán los siguientes criterios de selección para asegurar la homogeneidad de los participantes y disminución del sesgo:

Criterios de inclusión:

- Pacientes con diagnóstico confirmado de hernia discal lumbar por imagen (resonancia magnética o tomografía) en niveles lumbares.
- Pacientes con edades comprendidas entre los 18 y 65 años.
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes con duración de los síntomas entre 2 semanas y 12 meses.
- Pacientes con capacidad para deambular al menos con ayuda mínima (no totalmente dependientes).
- Pacientes que firmen en el consentimiento informado o con autorización del tutor o responsable.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con indicaciones de cirugía espinal urgente o inminente.
- Pacientes con enfermedades musculoesqueléticas graves que limiten la participación.
- Pacientes con tratamiento concomitante no controlado que pudiera influir en el equilibrio o la recuperación.
- Pacientes con historia de cirugía lumbar previa en el segmento afectado en los últimos 12 meses.
- Pacientes que desistan con la continuidad de la evaluación.

10.5. Muestra y muestreo

La muestra estará conformada por la totalidad de la población que cumpla con los criterios de selección, los cuales serán distribuidos de manera simétrica entre los dos grupos de estudio.

Para este estudio el tipo de muestreo será no probabilístico por conveniencia.

10.6. Variables

Tabla 2

Operacionalización de variables.

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Niveles y Rangos (Valor final)
Tratamiento de neurorrehabilitación	Es un proceso terapéutico integral	En el tratamiento de neurorrehabilitación, se implementará un programa de ejercicios por un periodo de 12 semanas.	Educación postural y control motor	Educar al paciente	Nominal	Se aplica No se aplica
			Fortalecimiento de Core	Sesiones y el número de repeticiones		
			Fortalecimiento de miembro inferior	Ejercicios de miembros inferiores		
			Entrenamiento de equilibrio	Ejercicios de equilibrio en bipedestación		

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Niveles y Rangos (Valor final)
Equilibrio funcional	Capacidad de la persona de lograr movimiento físico y realizar las actividades de la vida diaria.(50)	Resultado de la Escala de Berg para medir si la persona con hernia discal lumbar mantiene la posición sin desplazamiento y con movimiento, desplazamiento o transferencia.(51)	Equilibrio estático	Ojos cerrados de pie Pies juntos de pie Unipodal estático Giro de tronco Objeto del suelo Alcance hacia adelante Pies en tándem	Ordinal	De 0 a 20 puntos = equilibrio deficiente. De 21 a 40 puntos = equilibrio intermedio. De 41 a 56 puntos= equilibrio adecuado o bueno
			Equilibrio dinámico	Sentado a de pie De pie a sentado Transferencia entre sillas Giro completo 360° Pies en escalón	Ordinal	

10.7. Procedimientos y técnicas

Procedimientos:

Para el desarrollo de la presente investigación se seguirán procedimientos sistemáticos y estandarizados que permitan garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. En primer lugar, se procederá a la selección de los participantes según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Una vez identificados los pacientes elegibles, se les informará sobre los objetivos, beneficios y posibles riesgos del estudio, y se solicitará la firma del consentimiento informado.

En segundo lugar, se realizará una evaluación inicial (pretest) para determinar el nivel de equilibrio funcional de los participantes antes de la intervención. Esta evaluación incluirá la aplicación de instrumentos validados, como la Escala de Equilibrio de Berg (Berg Balance Scale, BBS).

Luego se comenzará con la aplicación del tratamiento de neurorrehabilitación bajo la supervisión de un fisioterapeuta especializado. Dicho tratamiento incluirá técnicas orientadas a la educación postural y control motor, fortalecimiento de Core fortalecimiento de miembro inferior y entrenamiento de equilibrio propiamente.

El tratamiento conservador consistirá en la aplicación del protocolo de tratamiento del centro de rehabilitación, consistente en uso de agentes físicos como electroterapia, técnicas de terapia manual dirigidas para partes blandas y articulares, ejercicio terapéutico para flexibilidad y fortalecimiento de Core.

La duración será de 4 meses, con una frecuencia de tres veces por semana; la progresión de las sesiones será definidas considerando las condiciones clínicas de cada participante.

Al finalizar el periodo de intervención, se llevará a cabo una evaluación postest utilizando los mismos instrumentos de medición empleados en la fase inicial, con el fin de comparar los resultados y determinar el efecto del tratamiento sobre el equilibrio funcional. Los datos obtenidos se registrarán en fichas de recolección diseñadas específicamente para el estudio, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los participantes.

Técnica:

Como instrumento se utilizará la Escala de Equilibrio de Berg es una herramienta clínica desarrollada por Katherine Berg en 1989 para evaluar el equilibrio funcional en adultos mayores, aunque ha sido validada en múltiples poblaciones (personas con accidente cerebrovascular, Parkinson, esclerosis múltiple, amputaciones, etc.).(52)

Consiste en 14 ítems que valoran la capacidad del paciente para realizar tareas cotidianas que requieren equilibrio, como sentarse y levantarse de una silla, mantenerse de pie sin apoyo, girar, alcanzar objetos y cambiar de posición. Cada ítem se puntúa de 0 a 4, donde 0 indica incapacidad para realizar la tarea y 4 representa una ejecución normal, con una puntuación total máxima de 56 puntos.(53–55)

Su uso para la valoración del equilibrio, se fundamenta en una fuerte correlación entre los resultados de la BBS y sistemas instrumentados que cuantifican el balance estático y dinámico, como acelerómetros y plataformas de fuerza, en pacientes con alteraciones neurológicas y en sujetos sanos.(56) Sin embargo, es importante señalar que la BBS no evalúa el equilibrio dinámico en condiciones de alta demanda funcional (por ejemplo, durante la marcha o actividades deportivas), sino en tareas funcionales cotidianas que requieren desplazamientos cortos y control postural. Por lo tanto, la BBS es válida y fiable para medir el equilibrio estático y dinámico funcional en el contexto clínico.

Presenta una fiabilidad intraevaluador de 0,98.; una sensibilidad y especificidad agrupadas de 0,72 y 0,73.(50)

A continuación, se muestra un cuadro de resumen de la herramienta seleccionada:

Tabla 3

Escala de Equilibrio de Berg.

Denominación	Escala de Berg (52)
Autor	Katherine Berg (52)
Dimensiones:	Equilibrio estático Equilibrio dinámico (57)
Número de ítems	14 ítems
Categoría de respuesta	Se asigna puntajes del 0 al 4, orientadas a medir precisión, estabilidad, seguridad y necesidad de asistencia.
Baremo	0 a 20 puntos = equilibrio deficiente. 21 a 40 puntos = equilibrio intermedio.

	41 a 56 puntos= equilibrio adecuado o bueno. (52)

Validez: Este instrumento presenta una validez predictiva que demuestra una sensibilidad de 84-95,5 % y especificidad 76,5-95,5 %.(58)

Confiabilidad: La confiabilidad hace referencia a la capacidad del instrumento para mantener su consistencia y estabilidad al realizar las evaluaciones, en este caso presenta un coeficiente alfa varió de 0,62 a 0,98, con una media de 0,92.(57) Adicionalmente para el desarrollo de esta investigación y asegurar la confiabilidad del instrumento en nuestro entorno y población estudiada se realizó una prueba piloto con un total de 20 participantes, dando como resultado un alfa de Cronbach de 0,95 la cual confirmaría la confiabilidad.

10.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Una vez finalizada la recolección de datos, se procederá a verificar la correcta cumplimentación de todos los instrumentos aplicados. En caso de que alguno de ellos presente omisiones o inconsistencias, será excluido del análisis, garantizando así la validez y confiabilidad de los resultados.

Los datos obtenidos mediante la Escala de Equilibrio de Berg (BBS) serán registrados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, estructurada de acuerdo con los ítems del instrumento. Cada participante contará con un registro individual que incluirá su puntaje total y los resultados por cada uno de los 14 ítems de la escala, los cuales valoran el equilibrio funcional en actividades cotidianas. Posteriormente, la información será verificada, codificada y exportada al software estadístico SPSS versión 27.0, donde se llevará a cabo el análisis correspondiente.

Se describirá un enfoque sistemático y objetivo para la organización y análisis de los datos recopilados. En primer lugar, se calcularán estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación estándar, frecuencias y porcentajes) para caracterizar a la muestra y los resultados obtenidos en la BBS, tanto en la evaluación inicial (pretest) como posterior a la intervención (postest). Luego, se realizará una prueba de normalidad de los datos mediante el test de Shapiro Wilk, considerando el tamaño muestral estimado (n = 40).

Si los datos presentan una distribución normal (paramétrica), se aplicará la prueba t para

muestras independientes con el fin de comparar los puntajes de equilibrio funcional entre los grupos de estudio. En caso contrario, se utilizará la prueba U de Mann-Whitney como alternativa no paramétrica. En todos los análisis se establecerá un nivel de confianza del 95% y una significancia estadística de $p < 0,05$.

Finalmente, los resultados serán presentados mediante tablas y figuras que reflejen los cambios obtenidos tras la intervención, permitiendo una interpretación clara, objetiva y sustentada sobre el efecto del tratamiento de neurorrehabilitación en el equilibrio funcional de los pacientes con hernia discal lumbar.

10.9. Aspectos éticos y de integridad científica

La presente investigación se desarrollará bajo el cumplimiento estricto de los principios éticos de respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia, asegurando la protección de los derechos, la seguridad y el bienestar de todos los participantes. Asimismo, se garantizará la integridad científica en todas las etapas del estudio, desde la recolección de datos hasta la presentación de los resultados.

Aprobación ética

Antes de su ejecución, el protocolo de investigación será revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica. El estudio se llevará a cabo en concordancia con las normas éticas nacionales e internacionales, incluyendo la Declaración de Helsinki y las disposiciones establecidas por el Reglamento del CIEIC, asegurando así el cumplimiento de los estándares éticos en investigación con seres humanos.

Consentimiento informado

Previo a su participación, todos los pacientes serán informados de manera clara y comprensible sobre los objetivos, procedimientos, posibles riesgos, beneficios y derechos que les asisten durante el desarrollo del estudio. La participación será totalmente voluntaria, y cada sujeto deberá firmar el documento de consentimiento informado, conforme al procedimiento aprobado por el CIEIC. Se informará, además, que podrán retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello afecte su atención médica o terapéutica.

Confidencialidad

Los datos personales y clínicos de los participantes serán tratados con carácter confidencial, utilizando códigos alfanuméricos en lugar de nombres o datos identificatorios. La información será almacenada en archivos protegidos y de acceso restringido exclusivamente al equipo investigador. Finalizado el estudio, los datos se conservarán de acuerdo con la normativa institucional y se emplearán únicamente con fines científicos, garantizando la privacidad y anonimato de los participantes en todas las publicaciones y presentaciones derivadas del proyecto.

Selección de participantes

La inclusión de los participantes se realizará de manera equitativa y justa, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. No se realizará ningún tipo de discriminación por edad, sexo, condición social, económica o cultural, y se evitará cualquier forma de coerción o explotación. La selección se basará exclusivamente en consideraciones clínicas y científicas, respetando la autonomía y dignidad de cada paciente.

Integridad científica

Todos los datos serán recolectados, analizados y reportados con rigor metodológico, garantizando que los resultados sean auténticos, verificables y reproducibles. Se evitarán prácticas contrarias a la ética científica, tales como el plagio, la falsificación o la fabricación de información, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento del Comité de Ética e Integridad Científica. Además, se declarará cualquier conflicto de interés potencial y se promoverá la transparencia en la comunicación de los resultados, contribuyendo así a la credibilidad y fiabilidad del estudio.

11. Recursos y presupuesto

11.1. Equipos y bienes duraderos

1. Laptop
2. Impresora

11.2. Materiales e insumos

1. Material de escritorio

2. Wifi

3. Fotocopias

11.3. Servicio de terceros

1. Asesor estadístico.

2. Digitadores

	Precio unitario	Cantidad	Monto (soles)
RECURSOS HUMANOS			
1. Asesor estadístico.	500	1	500,00
2. Digitador	500	1	500,00
RECURSOS MATERIALES Y EQUIPOS			
Laptop		1	1500,00
Impresora		1	800,00
Kit de escritorio		1	500,00
SERVICIOS			
Wifi		**1**	**1500,00**
Fotocopias		500	350,00
Digitación		1	800,00
SUBTOTAL			6450,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS Y/O IMPREVISTOS			
Imprevistos (10 %)			645,00
TOTAL			7095,00

12. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	**2025**											
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Setiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Revisión de la literatura												
Planificación del diseño metodológico												
Recolección de datos												
Análisis de los datos												
Redacción y presentación de resultados												

REFERENCIAS

1. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. The Lancet. [Internet] 2018;391(10137):2356–67. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29573870/
2. Cavanaugh JT, Guskiewicz KM, Stergiou N. A Nonlinear Dynamic Approach for Evaluating Postural Control. Sports Medicine. [Internet] 2005;35(11):935–50. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16271008/
3. Fjeld OR, Grøvle L, Helgeland J, Småstuen MC, Solberg TK, Zwart JA, et al. Complications, reoperations, readmissions, and length of hospital stay in 34 639 surgical cases of lumbar disc herniation. The bone & joint journal. [Internet] 2019;101-B(4):470–7. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30929479/
4. Zhang AS, Xu A, Ansari K, Hardacker K, Anderson G, Alsoof D, et al. Lumbar Disc Herniation: Diagnosis and Management. The American Journal of Medicine. [Internet] 2023;136(7):645–51. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37072094/
5. Morag E, Hurwitz DE, Andriacchi TP, Hickey M, Andersson GBJ. Abnormalities in Muscle Function During Gait in Relation to the Level of Lumbar Disc Herniation. Spine. [Internet] 2000;25(7). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10751294/
6. Sun P, Li K, Yao X, Wu Z, Yang Y. Association between functional disability with postural balance among patients with chronic low back pain. Frontiers in Neurology. [Internet] 2023. 23;14. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37288068/
7. Enríquez Canto Y, Pizarro Andrade R, Ugarriza Rodríguez L. Ejercicios multicomponente sobre la calidad de vida y el equilibrio en adultos mayores: Revisión sistemática y metaanálisis. Fisioterapia. [Internet] 2022;44(6):360–70. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0211563821001565
8. Sierra V, Villacis P. Incidencia de ejercicios propioceptivos en el equilibrio y la mejora de la funcionalidad del adulto mayor. Polo del conocimiento. [Internet] 2022;7(8):625–40. Disponible en: https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4481/html
9. Takla MKN. Alterations of static and dynamic balance in patients with lumbar radiculopathy. Bulletin of Faculty of Physical Therapy. [Internet] 2019;24(1):49–55. Disponible en: https://bfpt.springeropen.com/articles/10.4103/bfpt.bfpt_22_18
10. Aali S, Rezazadeh F, Imani F, Sefidekhan MN, Badicu G, Poli L, et al. Effects of

Exercise-Based Rehabilitation on Lumbar Degenerative Disc Disease: A Systematic Review. Healthcare [Internet]. 2025;13(15):1938. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12346320/

11. Jeong DK, Choi HH, Kang J Il, Choi H. Effect of lumbar stabilization exercise on disc herniation index, sacral angle, and functional improvement in patients with lumbar disc herniation. J Phys Ther Sci [Internet]. 2017;29(12):2121. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5890214/
12. Tarcău E, Ianc D, Sirbu E, Ciobanu D, Boca IC, Marcu F. Effects of Complex Rehabilitation Program on Reducing Pain and Disability in Patients with Lumbar Disc Protrusion—Is Early Intervention the Best Recommendation? J Pers Med [Internet]. 2022;12(5):741. Disponible en: https://www.mdpi.com/2075-4426/12/5/741/htm
13. Aljallad YA, Moustafa IM, Badr M, Hamza N, Oakley PA, Harrison DE. Lumbar spine coronal balance parameters as a predictor of rehabilitation management outcomes in patients with radiculopathy due to lumbar disc herniation: A multicenter prospective case series study. Heliyon [Internet]. 2024;10(23):e40613. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024166443
14. Angulo J, Meza G. Neurorehabilitación en pacientes mayores con ictus: Factores predictores y valoración de la escala Rankin en el Hospital Regional de Loreto y Clínica San Juan de Dios. Junio 2014 a junio 2015. Universidad Científica del Perú; 2016.
15. Castro Flores D, Moreno Oviedo R. Efectividad del ejercicio de control motor en el tratamiento de pacientes con dolor lumbar crónico en el Centro Quiropráctico de Vida de la ciudad de Tacna, 2022. Repositorio Institucional - UPT [Internet]. 2023; Disponible en: http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3426
16. Organizacion Mundial de la salud. Neurological disorders: public health challenges. World Health Organization; 2006.
17. VidalSamsó J. La neurorrehabilitación, un proceso de alta complejidad. Revista de Neurologia. [Internet] 2020;70(12):433. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32500521/
18. Cano de la Cuerda R. Proverbs and Aphorisms in Neurorehabilitation: A Literature Review. International Journal of Environmental Research and Public Health. [Internet] 2021;18(17):9240. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34501826/

19. Wang H, Liu NK, Zhang YP, Deng L, Lu QB, Shields CB, et al. Treadmill training induced lumbar motoneuron dendritic plasticity and behavior recovery in adult rats after a thoracic contusive spinal cord injury. Exp Neurol [Internet]. 2015;271:368–78. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014488615300388
20. Cajigas I, Vedantam A. Brain-Computer Interface, Neuromodulation, and Neurorehabilitation Strategies for Spinal Cord Injury. Neurosurg Clin N Am [Internet]. 2021;32(3):407–17. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1042368021000334
21. Shedge SA, Gulhane M, Shete A, Rakesh N, Panda B, Dixit S. Innovations in Robotics and Automation to Improve Efficiency and Precision in Healthcare Delivery and Rehabilitation Systems. 2025 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics, ESCI 2025 [Internet]. 2025; Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/10988031
22. Banyai AD, Brișan C. Robotics in Physical Rehabilitation: Systematic Review. Healthcare (Basel) [Internet]. 2024;12(17). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39273744/
23. Adiguzel H, Kirmaci ZIK, Gogremis M, Kirmaci YS, Dilber C, Berktas DT. The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on functional skills, muscle strength, and trunk control in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. Early Hum Dev [Internet]. 2024;192. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38653163/
24. da Silva LG, Bandeira-Guimarães M, Blanco-Rambo E, Sáez de Asteasu ML, Izquierdo M, Machado S da S, et al. Physical Functioning Improvements in Older Adults Following a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation-Based Resisted Exercise Program: A Randomized Clinical Trial. J Aging Phys Act [Internet]. 2025;1–9. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40983316/
25. Zwoliński T, Wujtewicz M, Szamotulska J, Sinoracki T, Wąż P, Hansdorfer-Korzon R, et al. Feasibility of Chest Wall and Diaphragm Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Techniques in Mechanically Ventilated Patients. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2022;19(2). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35055783/
26. Reiner M, Tilp M, Guilhem G, Morales-Artacho A, Nakamura M, Konrad A. Effects of a Single Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Exercise With and Without Post-stretching Activation on the Muscle Function and Mechanical Properties of the Plantar Flexor Muscles. Front Physiol [Internet]. 2021;12. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34594241/

27. Green LA, McGuire J, Gabriel DA. Effects of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Contraction Sequence on Motor Skill Learning-Related Increases in the Maximal Rate of Wrist Flexion Torque Development. Front Hum Neurosci [Internet]. 2021;15. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34803640/
28. McLaughlin EC, El-Kotob R, Chaput JP, Janssen I, Kho ME, Poitras VJ, et al. Balance and functional training and health in adults: an overview of systematic reviews. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2020;45(10 (Suppl. 2)):S180–96. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33054334/
29. Oliveira C. La recuperación funcional con regresión activa de la hernia discal lumbar mediante protocolo de ejercicios dirigidos de estiramiento y potenciación muscular. Universidad de las Palmas de Gran Canaria; 2015.
30. The McKenzie Institute International. The McKenzie Method® of Mechanical Diagnosis and Therapy. 2024.
31. Al Hazmy A, Subadi I, Andriati A, Indriani D, Setianing R, Saputra Perdana S, et al. The effect of adding Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) training on quadriceps and hamstrings muscle strength in cerebral palsy athletes. Retos. [Internet] 2024; 9;63:317–25. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9901685
32. Ropper AH, Zafonte RD. Sciatica. Longo DL, editor. New England Journal of Medicine. 2015;372(13):1240–8. Disponible en: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1410151
33. Al Qaraghli MI, De Jesus O. Lumbar Disc Herniation. StatPearls. 2025.
34. Schoenfeld AJ, Weiner BK. Treatment of lumbar disc herniation: Evidence-based practice. International journal of general medicine. 2010;3:209–14. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2915533/
35. Dydyk AM, Ngnitewe Massa R, Mesfin FB. Disc Herniation. StatPearls. 2025.
36. Zhang AS, Xu A, Ansari K, Hardacker K, Anderson G, Alsoof D, et al. Lumbar Disc Herniation: Diagnosis and Management. Am J Med [Internet]. 2023;136(7):645–51. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37072094/
37. Van Heeswijk VM, Thambyah A, Robertson PA, Broom ND. Posterolateral Disc Prolapse in Flexion Initiated by Lateral Inner Annular Failure: An Investigation of the Herniation Pathway. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. 2017;42(21):1604–13. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28368980/

38. Wade K, Berger-Roscher N, Saggese T, Rasche V, Wilke H. How annulus defects can act as initiation sites for herniation. Eur Spine J [Internet]. 2022;31(6):1487–500. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35174401/
39. Wang L, He T, Liu J, Tai J, Wang B, Zhang L, et al. Revealing the Immune Infiltration Landscape and Identifying Diagnostic Biomarkers for Lumbar Disc Herniation. Front Immunol [Internet]. 2021;12. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34122424/
40. Hasvik E, Haugen AJ, Grøvle L. Symptom descriptors and patterns in lumbar radicular pain caused by disc herniation: a 1-year longitudinal cohort study. BMJ Open [Internet]. 2022;12(12). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36549718/
41. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? Clin Rehabil [Internet]. 2000;14(4):402–6. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10945424/
42. Dydyk AM, Ngnitewe Massa R, Mesfin FB. Disc Herniation. StatPearls. 2025.
43. Rand D. Mobility, balance and balance confidence - correlations with daily living of individuals with and without mild proprioception deficits post-stroke. NeuroRehabilitation [Internet]. 2018;43(2):219–26. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30175987/
44. Labanca L, Ciardulli F, Bonsanto F, Sommella N, Di Martino A, Benedetti MG. Balance and proprioception impairment, assessment tools, and rehabilitation training in patients with total hip arthroplasty: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord [Internet]. 2021;22(1). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34930190/
45. Hagan TL. Measurements in quantitative research: how to select and report on research instruments. Oncol Nurs Forum [Internet]. 2014;41(4):431–3. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24969252/
46. Smith JD, Hasan M. Quantitative approaches for the evaluation of implementation research studies. Psychiatry Res [Internet]. 2020;283. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31473029/
47. Rica C, Cordero V, Rosa Z. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación [Internet]. 2009;33(1):155–65. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010
48. Carter AW, Jayawardana S, Costa-Font J, Nasir K, Krumholz HM, Mossialos E. How to Use Quasi-Experimental Methods in Cardiovascular Research: A Review of Current Practice. Circ Cardiovasc Qual Outcomes [Internet]. 2024;17(2):E010078. Disponible en:

https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/CIRCOUTCOMES.123.010078?download=true

49. de Vocht F, Katikireddi SV, McQuire C, Tilling K, Hickman M, Craig P. Conceptualising natural and quasi experiments in public health. BMC Med Res Methodol [Internet]. 2021;21(1). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33573595/
50. Park SH, Lee YS. The Diagnostic Accuracy of the Berg Balance Scale in Predicting Falls. Western Journal of Nursing Research. [Internet] 2017;39(11):1502–25. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27784833/
51. Azuma Y, Chin T, Miura Y. The relationship between balance ability and walking ability using the Berg Balance Scale in people with transfemoral amputation. Prosthetics & Orthotics International. [Internet] 2019;43(4):396–401. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31057092/
52. Miranda N, Tiu T. Prueba de equilibrio de Berg. 2023;
53. Seamon BA, Kautz SA, Velozo CA. Computerized Adaptive Testing for the Berg Balance Scale Improves Measurement Efficiency Without Compromising Precision in People With Stroke. Phys Ther [Internet]. 2024 Nov 1;104(11). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39113593/
54. Miyata K, Tamura S, Kobayashi S, Takeda R, Iwamoto H. Berg Balance Scale is a Valid Measure for Plan Interventions and for Assessing Changes in Postural Balance in Patients with Stroke. J Rehabil Med [Internet]. 2022;54. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36484715/
55. Forman DE, Arena R, Boxer R, Dolansky MA, Eng JJ, Fleg JL, et al. Prioritizing Functional Capacity as a Principal End Point for Therapies Oriented to Older Adults With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. Circulation [Internet]. 2017;135(16):e894. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7252210/
56. Arcuria G, Marcotulli C, Amuso R, Dattilo G, Galasso C, Pierelli F, et al. Developing a smartphone application, triaxial accelerometer-based, to quantify static and dynamic balance deficits in patients with cerebellar ataxias. J Neurol [Internet]. 2020;267(3):625–39. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31713101/
57. Meseguer-Henarejos AB, Rubio-Aparicio M, López-Pina JA, Carles-Hernández R, Gómez-Conesa A. Characteristics that affect score reliability in the Berg Balance Scale: a

meta-analytic reliability generalization study. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. [Internet] 2019;55(5). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30955319/

58. Schülein S. Performance-Oriented Mobility Assessment und Berg Balance Scale im Vergleich. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie. [Internet] 2014;47(2):153–64. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s00391-013-0492-x

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
Problema general ¿Cuál es el efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional de pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025? **Problemas específicos** ¿Cuál es el nivel de equilibrio estático al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025? ¿Cuál es el nivel de equilibrio dinámico al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025?	**Objetivo general** Determinar efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna en 2025. **Objetivos específicos** Determinar el nivel de equilibrio estático al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025. Determinar el nivel de equilibrio dinámico al inicio y final de los pacientes con hernia discal lumbar de un centro privado de Tacna en 2025.	**Hipótesis general** La aplicación de un tratamiento de neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Hipótesis estadística** **H0:** La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Ha**: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio funcional en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Hipótesis específicas** **H1:** La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro	**Variable independiente:** Tratamiento de neurorrehabilitación **Variable dependiente:** Equilibrio funcional	**Enfoque**: cuantitativo **Tipo**: aplicada **Diseño**: cuasiexperimental (Grupo control y grupo experimental) **Criterios de inclusión:** Pacientes con diagnóstico confirmado de hernia discal lumbar por imagen (resonancia magnética o tomografía) en niveles lumbares. Pacientes con edades comprendidas entre los 18 y 65 años. Pacientes de ambos sexos. Pacientes con duración de los síntomas entre 2 semanas y 12 meses. Pacientes con capacidad para deambular al menos con ayuda mínima (no totalmente dependientes). Pacientes que firmen en el consentimiento informado o con autorización del tutor o responsable.

		privado de Tacna en 2025. **Hipótesis estadística** **H0**: La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Ha**: La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio estático en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **H2:** La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Hipótesis estadística** **H0:** La aplicación de la neurorrehabilitación no mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar del grupo experimental, en comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025. **Ha:** La aplicación de la neurorrehabilitación mejora significativamente el equilibrio dinámico en los pacientes con hernia discal lumbar del grupo experimental, en		**Criterios de exclusión:** Pacientes con indicaciones de cirugía espinal urgente o inminente. Pacientes con enfermedades musculoesqueléticas graves que limiten la participación. Pacientes con tratamiento concomitante no controlado que pudiera influir en el equilibrio o la recuperación. Pacientes con historia de cirugía lumbar previa en el segmento afectado en los últimos 12 meses. Pacientes que desistan con la continuidad de la evaluación. **Población:** 44 **Muestra:** No probabilístico por conveniencia según criterios de inclusión

		comparación con los del grupo control, atendidos en un centro privado de Tacna en 2025.		

Anexo 2: Instrumento

Escala de Balance de Berg (Versión para aplicación clínica)

La Escala de Balance de Berg (Berg Balance Scale, BBS) es un instrumento clínico diseñado para evaluar el equilibrio funcional en pacientes con alteraciones neuromotoras o musculoesqueléticas. Consta de 14 ítems que miden la capacidad del individuo para mantener posturas estáticas y dinámicas, así como su capacidad para realizar movimientos comunes que requieren control postural. Cada ítem se califica de 0 a 4 puntos, donde 0 indica dependencia total y 4 independencia completa. La puntuación total máxima es de 56 puntos.

1. Sentado a de pie: El paciente se levanta de una silla sin usar las manos.	0	1	2	3	4
2. Permanecer de pie sin apoyo: El paciente se mantiene erguido durante 2 minutos sin ayuda.	0	1	2	3	4
3. Sentado sin apoyo: El paciente se sienta con los brazos cruzados durante 2 minutos.	0	1	2	3	4
4. De pie a sentado: El paciente se sienta de forma controlada sin apoyarse con las manos.	0	1	2	3	4
5. Transferencias: El paciente realiza el cambio de una silla con apoyabrazos a otra sin ellos y viceversa.	0	1	2	3	4
6. De pie con ojos cerrados: El paciente mantiene el equilibrio durante 10 segundos con los ojos cerrados.	0	1	2	3	4
7. De pie con pies juntos: El paciente mantiene la posición con ambos pies juntos durante 1 minuto.	0	1	2	3	4
8. Alcanzar hacia adelante con el brazo extendido: El paciente alcanza lo más lejos posible sin perder el equilibrio.	0	1	2	3	4
9. Recoger un objeto del suelo: El paciente recoge un objeto del suelo desde una posición de pie.	0	1	2	3	4
10. Girar para mirar hacia atrás: El paciente gira el tronco para mirar por encima de cada hombro.	0	1	2	3	4
11. Girar 360 grados: El paciente gira completamente en ambas direcciones de forma controlada.	0	1	2	3	4

12. Colocar un pie sobre un banco o escalón: El paciente sube alternadamente cada pie sobre un escalón de 20 cm.	0	1	2	3	4
13. De pie con un pie delante del otro: El paciente mantiene la posición tándem durante 30 segundos.	0	1	2	3	4
14. Pararse en un pie: El paciente mantiene el equilibrio sobre un solo pie durante al menos 10 segundos.	0	1	2	3	4

Anexo 3. Declaración de autenticidad

<table>
<tr><th colspan="5">DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD DEL DOCENTE ASESOR/ASIGNATURA</th></tr>
<tr><td colspan="5">Por el presente documento, declaro bajo juramento, lo siguiente:</td></tr>
<tr><th colspan="5">I. DATOS PERSONALES DEL DOCENTE</th></tr>
<tr><td colspan="5">Nombres y apellidos: JULIO CESAR GRANADOS CARRERA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documento de identidad: DNI (x) Carné de Extranjería ( ) Pasaporte ( ) Otros ( )</td><td>Nro. 06258504</td></tr>
<tr><td>LIMA</td><td>16/04/1963</td><td colspan="2">Perú</td><td>Callao</td></tr>
<tr><td>Lugar de nacimiento</td><td>Fecha nacimiento</td><td colspan="2">País</td><td>Ciudad</td></tr>
<tr><td colspan="5">Tener como domicilio personal actual:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Av A- Mz K</td><td>lot 29</td><td>Lurigancho Chosica</td></tr>
<tr><td colspan="3">Jr./Av./Calle/Pasaje</td><td>Nro.</td><td>Dpto./Int.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Urb./Complejo/Zona/Grupo: Urb San Antonio de Carapongo</td><td colspan="2">Distrito:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Provincia: Lima</td><td>Departamento: Lima</td><td colspan="2">Teléfono: 979380871</td></tr>
<tr><td colspan="5">Facultad (x) / Escuela Postgrado ( ) : Ciencias de la Salud</td></tr>
<tr><td colspan="5">Programa Académico (x) / Maestría ( ): Tecnología Médica en Terapia física y rehabilitación</td></tr>
<tr><td colspan="5">En calidad de docente: Asesor (x) Asignatura ( ), he brindado mi aprobación al proyecto de investigación titulado: : “Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025.”</td></tr>
<tr><td colspan="5">En caso de ser docente de asignatura completar la siguiente información:
Nombre de la Asignatura: Diseño de Trabajo Académico Segunda Especialidad Fisioterapia en Neurorrehabilitación Ciclo: III Periodo: 2025-II</td></tr>
<tr><td colspan="5">Del siguiente(s) autor(es):</td></tr>
<tr><th colspan="5">II. DATOS PERSONALES AUTOR RESPONSABLE</th></tr>
<tr><td colspan="5">Nombres y apellidos:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documento de identidad: DNI (x) Carné de Extranjería ( ) Pasaporte ( ) Otros ( )</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Comparto la autoría del proyecto de investigación con el Autor 2: Si ( ) No (x)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para obtener el: Grado académico ( ) Título profesional ( ) Título de Segunda Especialidad (x)</td></tr>
<tr><th colspan="5">III. DATOS PERSONALES AUTOR 2</th></tr>
<tr><td colspan="5">Nombres y apellidos:</td></tr>
</table>

Documento de identidad: DNI ( ) Carné de Extranjería ( ) Pasaporte ( ) Otros ( )	Nro.

IV. OBLIGACIONES DE RESPONSABILIDAD EN CALIDAD DE DOCENTE ASESOR/ASIGNATURA	
4.1	Que a la firma del presente documento declaro que me encuentro informado(a) del contenido del Manual de procedimientos del comité institucional de ética e integridad científica, Reglamento de propiedad intelectual, Reglamento de código de ética e integridad científica, Reglamento del comité institucional de ética e integridad científica y Lineamientos para la aplicación software de detección de similitud en trabajos académicos y de Investigación de la UPNW.
4.2	He revisado el proyecto de investigación y valido que la información contenida se ajusta a las normativas vigentes de la UPNW.
4.3	Tras la revisión del proyecto, mediante el software de detección de similitud (Turnitin), se obtuvo un porcentaje de coincidencias del ……., cumpliendo las normas establecidas por la UPNW. El reporte de detección de Similitud (Turnitin) excede al 20%: Si ( ) No (x)
4.4	En caso se supere el porcentaje de similitud máximo establecido (mayor a 20%), tanto general como por fuente primaria, afirmo que dicho excedente corresponde al marco metodológico del documento. Procedo a detallar y justificar el mismo: _____ _____ _____ _____ _____ _____
4.5	En ningún caso he modificado la configuración del Software de detección de similitud (Turnitin), cumpliendo en todo momento lo establecido en los Lineamientos de la UPNW.
4.6	Se ha validado que las revistas objetivo seleccionados por el(los) autor(es) no están descontinuadas ni inmersas en malas prácticas editoriales.
4.7	Supervisar que el autor(es) no incurra(n) en mala conducta científica en la realización del proyecto como fabricación, falsificación de datos, omisión, copia, plagio u otra acción que perjudique a uno o varios autores, de detectarse alguno de los actos antes mencionados informaré inmediatamente al Comité de Ética para su evaluación.
4.8	Notificar al Comité de Ética sobre cualquier modificación que el autor(es) decida(n) realizar al proyecto aprobado que pueda afectar los derechos o el bienestar de los participantes.

		25/10/ 2025. FECHA
FIRMA DEL DOCENTE ASESOR/ASIGNATURA	**HUELLA DACTILAR**	

Anexo 4. Formulario de consentimiento informado del Manual de Procedimientos del Comité Institucional de Ética e Integridad Científica.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO **(Para trabajos de investigación cuyo objeto de estudio involucren personas)**	
Título del Proyecto de Investigación: Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025.	
Autor Responsable: T.M. Mary Carmen Calizaya Zapana	
Universidad /Institución: Universidad Privada Norbert Wiener S.A. (UPNW)	
I. INVITACIÓN	
Estimado(a) participante: Le invitamos a participar en un estudio de investigación titulado: **"Efecto de la neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna, 2025"**, desarrollado por investigadores de la Universidad Privada Norbert Wiener S.A. (UPNW). A continuación, le proporcionamos información detallada sobre el estudio y su participación.	
II. INFORMACIÓN	
2.1.	**Propósito del estudio:** El objetivo principal de este estudio es determinar efecto del tratamiento de neurorrehabilitación en el equilibrio funcional en pacientes con el diagnóstico de hernia discal lumbar en un centro privado de Tacna en 2025; teniendo como objetivos específicos conocer el efecto del tratamiento sobre el equilibrio estático y dinámico. Los resultados de esta investigación ayudarán a generar conocimientos y mejorar la atención de pacientes con hernia lumbar con técnicas que cuenten con fundamento científico.
2.2.	**Duración del estudio:** 4 meses.
2.3.	**Número esperado de participantes:** 44 participantes.
2.4.	**Criterios de inclusión y exclusión:** Se considera como criterios de inclusión a los pacientes con diagnóstico confirmado de hernia discal lumbar por imagen (resonancia magnética o tomografía) en niveles lumbares, con edades comprendidas entre los 18 y 65 años, de ambos sexos, con duración de los síntomas entre 2 semanas y 12 meses, con capacidad para deambular al menos con ayuda mínima (no totalmente dependientes) y que firmen en el consentimiento informado o con autorización del tutor o responsable. Y como exclusión a los pacientes con indicaciones de cirugía espinal urgente o inminente, con enfermedades musculoesqueléticas graves que limiten la participación, con tratamiento concomitante no controlado que pudiera influir en el equilibrio o la recuperación, con historia de cirugía lumbar previa en el segmento afectado en los últimos 12 meses y que desistan con la continuidad de la evaluación.
2.5.	**Procedimientos del estudio:** La investigación se llevará a cabo en tres etapas; la primera consistirá en una evaluación inicial con la Escala de equilibrio de Berg, un cuestionario que ayudará a conocer el estado actual de equilibrio estático y dinámico una duración promedio de 15 minutos. La segunda etapa consiste en la aplicación de los protocolos de atención (experimental y convencional) a los grupos preestablecidos, la duración será de 4 meses con una frecuencia de 3 veces por semana; la duración de la intervención será de 30 minutos; todo el tratamiento será

	llevado a cabo bajo la supervisión de un profesional capacitado. La tercera etapa consistirá en la evaluación final con el mismo instrumento y bajo condiciones similares a la evaluación inicial. Los datos recaudados serán tratados con máxima confidencialidad y entregados de manera personal a los participantes si ellos lo desean.
2.6.	**Riesgos:** Podría sentir cansancio, dolor leve o molestias musculares temporales. Estos síntomas suelen desaparecer con el descanso. Si presenta alguna molestia importante, se suspenderá la sesión y se le brindará atención oportuna. Sin embargo, se contará permanentemente con personal médico durante las sesiones.
2.7.	**Beneficios:** Su participación puede ayudar a mejorar su equilibrio, postura, fuerza muscular y seguridad al caminar, favoreciendo su independencia funcional y calidad de vida. Además, sus resultados aportarán evidencia científica útil para mejorar la atención de otros pacientes con el mismo diagnóstico.
2.8.	**Costos e incentivos:** La participación en este estudio no generará algún costo adicional para usted, asimismo, tampoco recibirá algún tipo de pago o remuneración por su participación.
2.9.	**Confidencialidad:** Toda la información será tratada con estricta confidencialidad. Los datos no incluirán su nombre ni información personal. Solo se usarán con fines científicos y serán conservados por el investigador principal durante cinco años bajo resguardo seguro.
2.10.	**Derechos del participante:** Su participación es completamente voluntaria. Puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin ninguna penalización o pérdida de derechos.
2.11.	**Preguntas/Contacto:** Si tiene preguntas o inquietudes, puede comunicarse con el autor responsable ____ (mencionar el nombre completo, número de teléfono y correo electrónico) ___. También, puede contactar al Comité de Ética que validó este estudio a través del Dr.(a) _____ (Nombre completo del presidente del Comité) _____, Presidente del Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la UPNW, al correo comite.etica@uwiener.edu.pe
2.12.	**Ocurrencias/Reclamos:** En caso de existir alguna ocurrencia o reclamo, puede contactar al Comité de Ética que validó este estudio a través del Dr.(a) _____ (Nombre completo del presidente del Comité) _____, Presidente del Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la UPNW, al correo comite.etica@uwiener.edu.pe

III. DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Declaro haber leído y comprendido el contenido de este Formulario de Consentimiento Informado. He recibido una explicación clara sobre el objetivo, procedimiento y finalidad del estudio, así como respuesta a todas mis preguntas. Entiendo que mi participación es voluntaria y tengo derecho a retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto me perjudique de ninguna manera. Recibiré una copia firmada de este Formulario.

		__/__ / 202_ **FECHA** (dd/mm/aaaa)

<table>
<tr><td>FIRMA DEL PARTICIPANTE
Nombre del Participante:
DNI/Carné de Extranjería/Otros:</td><td>HUELLA DACTILAR</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">__ /__ / 202_
FECHA
(dd/mm/aaaa)</td></tr>
<tr><td>FIRMA DEL AUTOR RESPONSABLE
Nombre del Autor responsable:
DNI/Carné de Extranjería/Otros:</td><td>HUELLA DACTILAR</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">__ /__ / 202_
FECHA
(dd/mm/aaaa)</td></tr>
<tr><td>FIRMA DEL INTEGRANTE DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN (en caso corresponda)
Nombre del Integrante del equipo de investigación:
DNI/Carné de Extranjería/Otros:</td><td>HUELLA DACTILAR</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">__ /__ / 202_
FECHA
(dd/mm/aaaa)</td></tr>
<tr><td>FIRMA DEL TESTIGO/REPRESENTANTE LEGAL (en caso corresponda)
Nombre del Testigo o Representante Legal:
DNI/Carné de Extranjería/Otros:</td><td>HUELLA DACTILAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">NOTA:
- La firma del testigo o representante legal será obligatoria solo si el participante tiene una discapacidad que le impida firmar o no saber leer ni escribir.
- Si otro integrante del equipo de investigación es asignado para aplicar este consentimiento informado deberá firmar en este documento.
- Recuerde que no se debe reclutar voluntarios de grupos “vulnerables” (presos, soldados, aborígenes, marginados, estudiantes o empleados con relaciones académicas o económicas con el investigador, etc.), salvo que el diseño de investigación beneficie directamente a dicha población.</td></tr>
</table>

Anexo 5. Programa de intervención

Tipo de ejercicio	Posición de ejercicio	Actividad	Patrón PNF	Objetivo	Método
Calentamiento	Estiramiento, rango de movimiento	-	-	Prevención de lesiones, reducción del dolor	10 minutos
Ejercicio de neurorrehabilitación	Decúbito supino	(1) Actividad puente	1(a) Estabilizar la pelvis en posición neutra 1 (b) Puente de rotación del tronco inferior 1 c) Puente sobre dos patas en posición supina	Facilitación y fortalecimiento de los músculos extensores del tronco y la cadera	20 minutos
	Decúbito lateral	(2) Patrones pélvicos	2 a) Resistencia a los patrones anteriores de la pelvis 2 (b) Resistencia a los patrones posteriores pélvicos	Facilitación y fortalecimiento de los músculos flexores y extensores del tronco	
	Decúbito lateral	(3) Combinación de patrones pélvicos y escapulares	3 (a) Ejercicio asimétrico para la flexión del tronco 3 (b) Ejercicio asimétrico para la extensión del tronco	Facilitar el avance retroceso y fortalecimiento de los músculos flexores y extensores del tronco	
	Posición sentada	(4) Rotación del tronco	4(a) Corte a la izquierda y a la derecha 4 b) Elevación a la izquierda y a la derecha	Facilitación y fortalecimiento de los músculos flexores y extensores del tronco	
Enfriamiento	En decúbito supino, acostado de lado, prono	Estiramiento, rango de movimiento	-	Prevención de lesiones, reducción del dolor	10 minutos

Basado en: Comparison of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Pilates exercises in patients with chronic low back pain: A randomized study (https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592(25)00007-5/fulltext#supplementary-material)

Anexo 6. Base de datos de prueba piloto

#	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Total
1	3	4	2	4	3	4	3	2	4	1	4	3	3	2	43
2	2	3	3	3	4	2	4	2	3	2	3	4	2	1	40
3	4	4	3	4	4	3	2	1	4	3	4	2	2	3	46
4	2	4	2	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	2	48
5	2	3	3	2	2	4	2	3	4	1	2	2	2	1	38
6	4	4	3	4	3	4	4	3	2	3	4	4	4	3	55
7	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	1	3	3	2	41
8	4	3	3	4	4	4	1	2	4	3	1	3	4	3	51
9	3	3	2	1	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	42
10	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	2	3	4	2	57
11	2	3	1	2	2	3	2	2	2	2	1	2	4	2	41
12	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	1	4	3	1	56
13	2	3	2	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	43
14	4	4	3	4	4	2	4	3	4	3	4	4	4	2	63
15	3	1	2	3	3	1	2	2	3	2	3	2	3	1	46
16	4	4	3	4	1	1	3	3	4	3	4	3	4	1	58
17	2	1	2	3	1	3	2	2	3	2	4	2	2	1	47
18	3	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	2	3	2	62
19	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	52
20	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	2	69

Anexo 7. Validación de instrumento.

DIMENSIONES / ítems	Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia				Total
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
DIMENSION 1				X													
ITEM 2				X				X				X				X	16
ITEM 3				X				X				X				X	16
ITEM 6				X				X				X				X	16
ITEM 7				X				X				X				X	16
ITEM 13				X				X				X				X	16
ITEM 14				X				X				X				X	16
DIMENSION 2																	
ITEM 1				X				X				X				X	16
ITEM 4				X				X				X				X	16
ITEM 5				X				X				X				X	16
ITEM 8				X				X				X				X	16
ITEM 9				X				X				X				X	16
ITEM 10				X				X				X				X	16
ITEM 11				X				X				X				X	16
ITEM 12				X				X				X				X	16

TABLA DE CALIFICACIÒN

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los [redacted]

Lic. Luna Vargas Sandro Antonio
Tecnólogo Medico
Terapia Física y Rehabilitación
C T M P 12320

DIMENSIONES / ítems	Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia				Total
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
DIMENSION 1																	
ITEM 2				X				X				X				X	16
ITEM 3				X				X				X				X	16
ITEM 6				X				X				X				X	16
ITEM 7				X				X				X				X	16
ITEM 13				X				X				X				X	16
ITEM 14				X				X				X				X	16
DIMENSION 2																	
ITEM 1				X				X				X				X	16
ITEM 4				X				X				X				X	16
ITEM 5				X				X				X				X	16
ITEM 8				X				X				X				X	16
ITEM 9				X				X				X				X	16
ITEM 10				X				X				X				X	16
ITEM 11				X				X				X				X	16
ITEM 12				X				X				X				X	16

Lic. Rojas Jaimes, Leonel René
Tecnólogo Médico
C.T.M.P. 11390

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

8% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

8% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec <1%
2	Internet	repositorio.upt.edu.pe <1%
3	Internet	docs.google.com <1%
4	Internet	elpais.com <1%
5	Internet	www.researchgate.net <1%
6	Internet	www.coursehero.com <1%
7	Internet	idoc.pub <1%
8	Internet	www.elsevier.es <1%
9	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-10-14 <1%
10	Trabajos entregados	Universidad San Ignacio de Loyola on 2019-05-11 <1%
11	Trabajos entregados	Universidad de Almeria on 2024-06-12 <1%