

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## FACULTAD DE MEDICINA



# UANL

**“MEDICIÓN ISOCINÉTICA DE ADULTOS MAYORES POSTOPERADOS DE  
FRACTURA PROXIMAL DE CADERA”**

**Por**

**GERARDO GARCÍA ORTIZ**

Como requisito parcial para obtener el grado de **ESPECIALIDAD  
MÉDICA** en Ortopedia y Traumatología

**Noviembre, 2025**



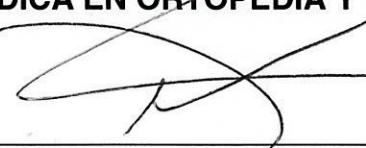
**UANL**

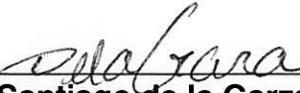
**"MEDICIÓN ISOCINÉTICA DE ADULTOS MAYORES POSTOPERADOS DE  
FRACTURA PROXIMAL DE CADERA"**

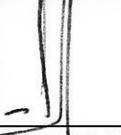
**POR**

**GERARDO GARCÍA ORTIZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALIDAD MÉDICA EN ORTÓPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA**

  
**Dr. med. Domingo Garay Mendoza**  
Director de la Tesis

  
**Dr. Med. Santiago de la Garza Castro**  
Coordinador de Enseñanza

  
**Dr. Med. Carlos Alberto Acosta Olivo**  
Coordinador de Investigación

  
**Dr. Med. Victor Manuel Peña Martínez**  
Jefe del Servicio o Departamento

  
**Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez**  
Subdirector de Estudio de Posgrado



**UANL**

**TÍTULO DE LA TESIS**

**El presente trabajo fue realizado en el Servicio de Ortopedia y  
Traumatología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en  
la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo  
la Dirección de Dr. Domingo Garay Mendoza**



**Dr. med. Domingo Garay Mendoza**

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
LISTA DE ABREVIATURAS	iii
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
III. JUSTIFICACIÓN	8
IV. HIPÓTESIS	9
V. OBJETIVOS	10
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	11
VII. RESULTADOS	17
VIII. DISCUSIÓN	17
IX. CONCLUSIONES	19
X. BIBLIOGRAFÍA	23
XI. ANEXOS	26
XII. ARTÍCULOS PUBLICADOS	27
XIII. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	28

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento a el departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación por el uso de sus instalaciones, así como para la valoración isocinética de los pacientes dentro del estudio.

Agradecimiento al Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” por la realización del estudio con los pacientes de dicho establecimiento.

Agradecimiento a la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Agradecimiento al jefe de departamento de Ortopedia y Traumatología, el doctor Víctor Manuel Peña Martínez, así como al jefe del departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación, el doctor José Ángel Garza Cantú.

Agradecimiento al director de tesis, el doctor Domingo Garay Mendoza.

## **DEDICATORIA**

No es requisito indispensable, pero si se desea hacerlo, esta es la ubicación correcta.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ADAMTS5</b>	<b>Metaloproteasa con trombospondina 1 motivo 5</b>
<b>CMM</b>	<b>Células madre mesenquimales</b>
<b>DHS</b>	<b>Tornillo deslizante de cadera (<i>Dynamic Hip Screw</i>)</b>
<b>GAG</b>	<b>Glicosaminoglicanos</b>
<b>IL-1<math>\beta</math></b>	<b>Interleucina-1 beta</b>
<b>MEC</b>	<b>Matriz extracelular</b>
<b>MMP13</b>	<b>Metaloproteasa de matriz 13</b>
<b>NASHA</b>	<b>Ácido hialurónico no animal estabilizado (<i>Non-Animal Stabilized Hyaluronic Acid</i>)</b>
<b>Nm</b>	<b>Newton-metro</b>
<b>OA</b>	<b>Osteoartrosis</b>
<b>ON</b>	<b>Óxido nítrico</b>
<b>PCR</b>	<b>Reacción en cadena de la polimerasa</b>
<b>qPCR</b>	<b>Reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa</b>
<b>SPSS</b>	<b>Paquete estadístico para ciencias sociales (<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>)</b>
<b>TIMP1</b>	<b>Inhibidor tisular de metaloproteasas 1</b>
<b>UANL</b>	<b>Universidad Autónoma de Nuevo León</b>

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Variables del estudio.

## **LISTA DE FIGURAS**

## RESUMEN

**Introducción:** La rehabilitación domiciliaria supervisada es una estrategia común posterior a una fractura de cadera en adultos mayores, aunque su eficacia precisa más evidencia. Este estudio evalúa el impacto de un programa de ejercicio terapéutico domiciliario con seguimiento telefónico estrecho en la fuerza isocinética de pacientes postoperados.

**Métodos:** Estudio prospectivo que incluyó 16 pacientes >60 años con fractura de cadera tratada quirúrgicamente. Se midió la torsión máxima (N\*m) y el pico de torsión normalizado por peso corporal (%) mediante dinamometría isocinética. Se compararon grupos con y sin contacto telefónico estrecho mediante pruebas no paramétricas.

**Resultados:** La edad media fue 80.1 años (DE: 10.2). El grupo con contacto telefónico estrecho mostró valores significativamente inferiores de fuerza isocinética en el lado lesionado en comparación con el grupo sin seguimiento cercano: la torsión máxima promedio fue de 42.1 Nm (DE: 13.7) versus 54.6 Nm (DE: 7.0;  $p = 0.002$ ), y el pico de torsión normalizado por peso corporal fue de 61.0% (DE: 21.9) versus 82.1% (DE: 6.6;  $p = 0.003$ ). Se mantuvo una correlación negativa significativa entre la edad y la fuerza muscular en el lado lesionado ( $p = -0.612$ ,  $p = 0.011$ ). No se observaron diferencias significativas en los parámetros de fuerza entre pacientes que realizaron rehabilitación y aquellos que no la realizaron.

**Conclusión:** Los resultados preliminares sugieren que el contacto telefónico estrecho no mejoró la fuerza isocinética en esta muestra. La edad se asoció inversamente con la recuperación de la fuerza. Se requieren más datos para confirmar estos hallazgos, y el estudio continúa en reclutamiento activo.

## ABSTRACT

**Introduction:** Supervised home-based rehabilitation is a common strategy after hip fracture in older adults, although its efficacy needs further evidence. This study assesses the impact of a home-based therapeutic exercise program with close telephone follow-up on the isokinetic strength of post-operative patients.

**Methods:** A prospective study including 16 patients aged >60 years with surgically treated hip fracture. Maximum torque (N\*m) and peak torque normalized by body weight (%) were measured using isokinetic dynamometry. Groups with and without close telephone follow-up were compared using non-parametric tests.

**Results:** The mean age was 80.1 years (SD: 10.2). The group with close telephone contact showed lower strength values on the injured side compared to the group without close follow-up: maximum torque averaged 42.5 Nm (SD: 12.3) versus 52.8 Nm (SD: 14.1), and peak torque normalized by body weight was 65.4% (SD: 15.2) versus 78.9% (SD: 17.5), respectively. A significant negative correlation was found between age and muscle strength on the injured side ( $p = -0.612$ ,  $p = 0.011$ ). No significant differences in strength parameters were observed between patients who performed rehabilitation and those who did not.

**Conclusion:** Preliminary results suggest that close telephone follow-up did not improve isokinetic strength in this sample. Age was inversely associated with strength recovery. Further data are required to confirm these findings, and the study remains in active recruitment.

## I. INTRODUCCIÓN

Las fracturas de cadera representan uno de los problemas de salud pública más significativos y de mayor impacto en la población geriátrica a nivel mundial. Constituyen un evento catastrófico que no solo conlleva una alta tasa de morbilidad y mortalidad, sino que posee un efecto devastador sobre la capacidad funcional y la independencia de los adultos mayores (1). La consecuencia más temida de esta lesión es la pérdida de la autonomía, transformando a individuos previamente independientes en personas dependientes de cuidados, con la profunda repercusión psicosocial y económica que ello implica.

Está ampliamente documentado en la literatura que, incluso entre aquellos pacientes que previo a la fractura mantenían un nivel funcional alto y un estilo de vida activo, se produce una disminución significativa en sus capacidades físicas tras el evento (2,3). Las cifras son elocuentes y alarmantes: se estima que entre el 22% y el 75% de los pacientes que sufren una fractura de cadera no logran recuperar su estado ambulatorio o su nivel funcional basal en un período que abarca de los 6 a los 12 meses posteriores a la fractura (3). Esta dramática pérdida no solo afecta la deambulación, sino también la realización de actividades básicas e instrumentales de la vida diaria, sumiendo al paciente en un estado de vulnerabilidad y dependencia.

Desde el punto de vista anatómico, las fracturas de la extremidad proximal del fémur se definen como aquellas que ocurren en los 5 centímetros proximales del hueso. Existen numerosas clasificaciones que buscan describir los distintos patrones de fractura, pero desde una perspectiva terapéutica y pronóstica, la distinción más crucial radica en ubicarlas en dos grandes grupos: fracturas intracapsulares y fracturas extracapsulares (4). Esta clasificación topográfica, basada en si la fractura se localiza proximal o distal a la inserción femoral de la cápsula articular, tiene implicaciones directas en la viabilidad vascular de la cabeza femoral y, por ende, en el pronóstico de consolidación y el riesgo de complicaciones.

Sin embargo, el éxito del tratamiento no concluye con la intervención quirúrgica. La recuperación funcional y la recuperación de la fuerza muscular se erigen como los objetivos principales de la fase posterior, siendo fuertes predictores de los desenlaces clínicos. Una revisión sistemática identificó que la baja fuerza de prensión y la fragilidad son predictores emergentes de malos resultados funcionales y mortalidad tras una fractura de cadera (5). La evaluación objetiva de la fuerza, por ejemplo, la dinamometría de extensión de rodilla, ha demostrado ser una herramienta fiable y válida para cuantificar el déficit muscular en estos pacientes (6). Para abordar este déficit, las intervenciones de rehabilitación estructuradas son cruciales. Revisiones sistemáticas demuestran que los programas de entrenamiento de resistencia progresiva aplicados después de la fractura mejoran consistentemente la fuerza y la capacidad funcional (7). Incluso programas de duración moderada (6 semanas) que incluyen este tipo de entrenamiento han mostrado mejoras clínicamente significativas en la movilidad, como la prueba de marcha de 6 minutos (8). Por lo tanto, la implementación y evaluación de programas de rehabilitación domiciliaria que incluyan un componente de fortalecimiento y un seguimiento estrecho se justifica como una estrategia para mitigar el deterioro funcional asociado a este evento devastador.

La irrigación crítica de la cabeza femoral proviene principalmente de las arterias circunflejas medial y lateral, ramas de la arteria femoral profunda que forman un anillo vascular alrededor del cuello femoral. Al ser una estructura intraarticular, la cabeza depende casi por completo de esta vasculatura. Por ello, cuando una fractura intracapsular lesiona estos vasos retinaculares, el riesgo de necrosis avascular (NACF) es considerable. Esta condición, que afecta a miles de pacientes anualmente, puede deberse a una laceración directa de los vasos o a la compresión por un hematoma intracapsular, lo que eleva la presión por encima de la de perfusión e interrumpe el flujo sanguíneo. Si este no se restaura, se inicia una muerte celular progresiva que culmina en el colapso de la superficie articular y artritis degenerativa (9).

El diagnóstico se basa en la resonancia magnética (RMN), siendo clave para un manejo oportuno. En fases iniciales, la descompresión central con injerto óseo muestra altas tasas de éxito, mientras que en estadios avanzados con colapso, la artroplastia total de cadera es el tratamiento de elección. Por el contrario, las fracturas de la región trocantérica, al ser extracapsulares y contar con una rica irrigación muscular anastomótica, no comprometen esta vasculatura y presentan un riesgo mínimo de necrosis (10,11).

La relevancia de esta distinción fue reconocida desde hace siglos. Sir Astley Cooper, en 1823, realizó la clasificación pionera de las fracturas del cuello femoral en intracapsulares y extracapsulares, intuyendo acertadamente que esta localización tenía profundas implicaciones pronósticas (12).

Para las fracturas extracapsulares, una de las clasificaciones más utilizadas es la de Boyd y Griffin (1949), que incluye tanto las fracturas intertrocantéreas como las subtrocantéreas (13). Esta clasificación las divide en:

- Tipo I: Fractura no conminuta a lo largo de la línea intertrocantérica.
- Tipo II: Fractura conminuta cuyo trazo principal se sitúa en la línea intertrocantérica, pero con múltiples fragmentos y trazos corticales.
- Tipo III: Fractura subtrocantérica, que se extiende hacia la diáfisis femoral proximal, distal al trocánter menor.
- Tipo IV: Fractura que compromete la región trocantérica y la diáfisis femoral proximal, a menudo con conminución.

En el manejo quirúrgico contemporáneo de las fracturas intertrocantéricas y subtrocantéricas, el enclavado intramedular se ha consolidado como el tratamiento de elección en la mayoría de los casos. Esta preferencia se basa en sus ventajas biomecánicas inherentes: al estar el implante ubicado en el canal medular, más cerca del vector de las fuerzas de carga axial, se genera un brazo de palanca significativamente más corto en comparación con los dispositivos extramedulares, como el tornillo deslizante de cadera (DHS). Resultando en una

menor tensión sobre el implante, menor tasa de fallos mecánicos y mayor estabilidad que permite una movilización y carga de peso más precoces, cruciales en la población anciana para prevenir las complicaciones del reposo prolongado (14).

No obstante, la elección del implante ideal no es dogmática y debe individualizarse. Para las fracturas intertrocantéricas estables, con la pared cortical lateral intacta, los dispositivos extramedulares como el DHS siguen siendo una opción válida y efectiva (12,14). La decisión final está ligada a una constelación de factores que incluyen la edad del paciente, sus comorbilidades, su nivel de actividad basal, la expectativa de vida y, de manera fundamental, el tipo y las características específicas de la fractura de acuerdo con las clasificaciones antes enunciadas (12).

Esta individualización es particularmente crítica en pacientes jóvenes. En menores de 50 años con fracturas intracapsulares no desplazadas, donde la expectativa de vida es prolongada, el objetivo primordial debe ser la preservación de la cabeza femoral. Esto se logra mediante una osteosíntesis meticulosa con múltiples tornillos cannulados colocados en configuración triangular. En las fracturas desplazadas de este mismo grupo etario, se debe intentar una reducción anatómica, ya sea cerrada o abierta, seguida de una estabilización con tornillos o con un sistema de DHS. Es imperativo que este manejo se realice de forma urgente, idealmente dentro de las primeras 6 horas posteriores al trauma, ya que el retraso en la descompresión y fijación incrementa exponencialmente el riesgo de isquemia irreversible y necrosis avascular de la cabeza femoral (12,15,16).

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Evolución del Enfoque en el Manejo de las Fracturas de Cadera

Estudios recientes destacan que las intervenciones multimodaless tras la cirugía de fractura de cadera -que incluyen rehabilitación especializada, manejo médico optimizado y soporte nutricional- reducen significativamente la mortalidad y mejoran los resultados funcionales (17,18). Por ejemplo, Phang et al. revisaron 109 ensayos controlados aleatorizados y concluyeron que las intervenciones postoperatorias integrales reducen complicaciones y mejoran la recuperación funcional (17). Del mismo modo, una revisión sistemática encontró que la movilización temprana (primeras 48 horas) tras la cirugía se asocia con mejoría significativa en la función motora del paciente y reducción de complicaciones postoperatorias y estadía hospitalaria. Este cambio paradigmático ha llevado a reconocer que la fase postoperatoria es crítica para la recuperación. Intervenciones como el traslado rápido al quirófano, control estricto de tromboprofilaxis y ejercicio precoz han demostrado acortar la estancia hospitalaria y prevenir complicaciones (neumonía, trombosis), promoviendo mejores niveles funcionales finales (18).

### 2.2. Rehabilitación Domiciliaria: Una Alternativa en Expansión

En este contexto, los programas de rehabilitación domiciliaria han ganado popularidad como una alternativa viable y potencialmente costo-efectiva a la rehabilitación institucional tradicional. Un estudio retrospectivo comparó rehabilitación intensiva hospitalaria versus programas domiciliarios y no halló diferencias significativas en resultados funcionales a corto plazo, lo que sugiere que la atención domiciliaria bien estructurada puede igualar los beneficios de la rehabilitación institucional (19).

Metaanálisis recientes muestran efectos positivos importantes de la rehabilitación domiciliaria. Wu et al. (2018) analizaron 9 **ensayos clínicos controlados** (n=887) y hallaron que los pacientes con ejercicio en casa mejoraron significativamente

movilidad y actividades diarias (SMD=0.5-0.8), a diferencia de los controles. En particular, encontraron ventajas en movilidad general, actividades instrumentales y equilibrio tras programas domiciliarios bien diseñados (20).

Del mismo modo, estudios de intervenciones digitales o telefónicas en domicilio han reportado beneficios en función física. Una revisión sistemática halló que los programas domiciliarios con componentes de salud digital (llamadas telefónicas, apps) mejoraron las pruebas funcionales: redujeron el tiempo del TUG (Time Up and Go) y aumentaron puntajes de SPPB (Short Physical Performance Battery) y FIM (Functional Independence Measure) respecto a cuidados habituales.<sup>16</sup> Esto indica que modalidades de seguimiento remoto, principalmente vía telefónica, tienden a mejorar la rehabilitación en casa (21).

Sin embargo, no todos los ensayos mostraron grandes diferencias: Latham et al. condujeron un ECA en que adultos tras rehabilitación estándar hicieron 6 meses de ejercicios funcionales en casa. Este estudio encontró solo mejoras modestas en la función física del grupo de ejercicios domiciliarios comparado con control. En sus conclusiones, Latham et al. advierten que los beneficios fueron estadísticamente significativos pero modestos y su importancia clínica aún es incierta. Este resultado destaca la heterogeneidad de la evidencia y la necesidad de estrategias complementarias (por ejemplo, seguimiento remoto) para potenciar la adherencia y eficacia de la terapia domiciliaria (22).

### **2.3. La Medición Objetiva de la Fuerza Muscular y la Brecha de Conocimiento**

Precisamente, una de las limitaciones frecuentes en la literatura es la reliance en escalas funcionales subjetivas o reportadas por el paciente. Frente a esto, estudios que incorporan mediciones objetivas ofrecen hallazgos más sólidos. Varias investigaciones han incorporado mediciones objetivas (dinamometría isocinética) para evaluar la fuerza tras fractura de cadera. Por ejemplo, Sherrington et al. (1997) demostraron en un ECA que un programa domiciliario de ejercicios con peso corporal aumentó significativamente la fuerza del

cuádriceps del miembro fracturado y la velocidad de la marcha frente a controles (23). Esto confirma que el entrenamiento domiciliario puede producir mejoras objetivas en fuerza muscular.

Programas de entrenamiento progresivo de alta intensidad consiguen aún mayores ganancias. Briggs et al. mostraron que adultos mayores tras fractura de cadera que realizaron 12 semanas de entrenamiento de resistencia de alta intensidad mejoraron notablemente la masa y la fuerza muscular del cuádriceps, así como la función física general.<sup>19</sup> De forma similar, otro estudio de Briggs et al. reportó mejoría en la simetría de fuerza muscular entre piernas y en pruebas funcionales (test de sentarse y pararse) tras entrenamiento intensivo (24). Estos datos apoyan que la supervisión y mayor intensidad del ejercicio incrementan la fuerza de miembros inferiores medida objetivamente.

La evidencia respalda que la rehabilitación supervisada (ambulatoria o domiciliaria intensiva) incrementa significativamente la fuerza muscular y la capacidad funcional comparado con cuidados pasivos o ejercicio liviano. Sin embargo, implementar programas muy supervisados puede ser inviable en la práctica clínica habitual, lo que motiva estudiar métodos mixtos (ejercicio en casa más seguimiento remoto) para aproximar estos beneficios con menos recursos.

La literatura señala que la efectividad de la rehabilitación domiciliaria con intervención adicional (como llamadas telefónicas regulares) no está clara. Mientras algunos metaanálisis muestran efectos positivos globales de la tele-rehabilitación, otros destacan la heterogeneidad de los estudios y la controversia en los hallazgos (17,20,21,25).

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La realización de este estudio se justifica en la necesidad de optimizar las estrategias de rehabilitación postoperatoria para pacientes geriátricos con fractura de cadera, mediante la evaluación objetiva de una intervención de bajo costo y alta accesibilidad. Si bien la evidencia actual respalda los beneficios generales de la rehabilitación domiciliaria, persiste incertidumbre respecto a la efectividad específica del seguimiento telefónico sistemático como complemento a estos programas.

## IV. HIPÓTESIS

### **Hipótesis Alterna ( $H_1$ ):**

El programa de rehabilitación domiciliaria con seguimiento telefónico mensual produce una mejora significativamente mayor en la función física y una reducción más marcada de la discapacidad, en comparación con el programa de ejercicio domiciliario sin seguimiento estrecho, en adultos mayores frágiles postoperados de fractura de cadera.

### **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):**

No existen diferencias significativas en la mejora de la función física y la reducción de la discapacidad entre los pacientes que reciben rehabilitación domiciliaria con seguimiento telefónico mensual y aquellos que realizan ejercicio domiciliario sin seguimiento estrecho.

## V. OBJETIVOS

### **Objetivo General**

Evaluar la eficacia de un programa de ejercicio terapéutico domiciliario con seguimiento telefónico en la mejora de parámetros funcionales y antropométricos en adultos mayores postoperados de fractura de cadera.

### **Objetivos Específicos**

1. Cuantificar las diferencias en la fuerza muscular del miembro inferior mediante dinamometría isocinética entre pacientes que reciben seguimiento telefónico mensual y aquellos sin seguimiento estrecho durante su rehabilitación domiciliaria.
2. Determinar el cambio en la fuerza de prensión manual entre el periodo preoperatorio y postoperatorio (a los 3 meses) posterior a la rehabilitación intradomiciliaria.
3. Evaluar la recuperación funcional mediante escalas validadas de movilidad y actividades de la vida diaria en ambos grupos de estudio.
4. Establecer la correlación entre la adherencia al programa de ejercicios y los resultados funcionales obtenidos en cada grupo.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Diseño del Estudio

El presente estudio se realizó en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, UANL. El trabajo es un estudio prospectivo, observacional, experimental. La selección de los sujetos, cuyos expedientes se incluyeron en el estudio fue dado por los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

### 6.2. Población

En nuestro estudio se incluyeron pacientes mayores de 60 años de ambos sexos con diagnóstico de fractura de fémur proximal tratados quirúrgicamente con clavo intramedular corto quienes residan en algún domicilio donde puedan realizar su rehabilitación de manera adecuada y que debieron acudir a evaluación a las 4, 8 y 12 semanas posteriores al tratamiento de la fractura de cadera en consulta de ortopedia y traumatología y a su evaluación isocinética con consentimiento informado verbal.

### 6.3 Evaluación isocinética

La evaluación isocinética mide la fuerza muscular ejercida dinámicamente en un rango de movimiento determinado, a una velocidad constante y programable. Esta técnica utiliza un dinamómetro asociado a un módulo electrónico y un sistema de cómputo que registran las magnitudes físicas resultantes de la fuerza muscular aplicada. Los parámetros más estudiados son: a) el torque máximo: resultado del esfuerzo multiplicado por la distancia, expresado en newton-metro (Nm) y el pico de torsión máxima 60°/s que se refiere a momento de fuerza máximo y voluntario que un músculo puede generar en una posición estática (sin movimiento) y que se mide a través de la rotación, y este es el parámetro principal a utilizar en este estudio siendo sus rangos normales 91.0 +/- 21.0 en flexion y 166.0 +/- 32.0 en extension en pacientes de 60-69 años y 72.0 +/- 16.0 en flexion y 146.0 +/- 18.0 en extension en paciente mayores a 70 años. Una vez

determinados estos parámetros, se puede obtener el estado actual del nivel de fuerza y el porcentaje de déficit al comparar los resultados con el lado contralateral.

#### **6.4 Programa de rehabilitación y método de evaluación**

El programa de rehabilitación implementado consistió en un protocolo estandarizado de ejercicios terapéuticos domiciliarios, iniciado tras la explicación detallada del mismo durante la consulta de seguimiento a las 2 semanas postoperatorias. Los pacientes fueron derivados al Servicio de Medicina del Deporte y Rehabilitación, donde se les proporcionó un plan de ejercicios personalizado que incluía: ejercicios de fortalecimiento muscular de miembros inferiores, movilización articular activa y asistida, ejercicios de equilibrio estático y dinámico, y reeducación de la marcha con apoyo progresivo. La intensidad y complejidad de los ejercicios se incrementaban de forma gradual según la tolerancia individual.

La evaluación de la efectividad del programa se realizó mediante dinamometría isocinética, utilizando un dinamómetro isocinético para medir parámetros de fuerza muscular en extremidades inferiores. Las mediciones se llevaron a cabo a los 3 meses postoperatorios en el Servicio de Medicina del Deporte, evaluándose específicamente:

1. Torque máximo (en Newton-metro, Nm)
2. Pico de torque normalizado por peso corporal (expresado en porcentaje)

Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos:

- Grupo de intervención: recibió seguimiento estrecho mediante llamadas telefónicas mensuales realizadas por un terapeuta, donde se verificaba la adherencia al programa, se resolvían dudas y se registraba la evolución.
- Grupo control: realizó el mismo programa de ejercicios pero sin el seguimiento telefónico sistemático.

La comparación de los parámetros isocinéticos entre ambos grupos permitió determinar el impacto del seguimiento estrecho en la recuperación de la fuerza muscular, utilizando como variable principal la diferencia en el torque máximo y el pico de torque normalizado entre el lado lesionado y no lesionado.

### **Criterios de inclusión**

- Edad mayor de 60 años
- Diagnóstico de fractura intertrocantérica tratada con clavo de reconstrucción corto
- Vivir en domicilio o residencia donde realizar rehabilitación de manera adecuada
- Acudir a evaluación a las 4, 8 y 12 semanas posteriores al tratamiento de la fractura de cadera
- Pacientes que firmen consentimiento informado y estén de acuerdo con participar en el estudio

### **Criterios de exclusión**

- Incapacidad para deambular
- Enfermedad cardiopulmonar o deficiencias neuromusculares que contraindicarían la participación en un programa de entrenamiento con pesas (angina inestable o insuficiencia cardíaca congestiva, estenosis espinal, espondilosis sintomática)
- Afecciones que no se esperaría que mejoraran con el entrenamiento físico (p. ej., enfermedad de Parkinson grave, enfermedad cerebrovascular con hemiparesia residual)

- Fracturas patológicas, de fémur bilateral

### **Criterios de eliminación**

- Pacientes sin posibilidad de acudir a Servicio de medicina del Deporte y Rehabilitación o a consultas de seguimiento en consulta de ortopedia y traumatología
- Pacientes con los cuales no podamos mantener contacto estrecho mediante teléfono celular
- Pacientes finados

### **6.3 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó considerando la naturaleza de la distribución de las variables. La prueba de Kolmogórov-Smirnov confirmó que las variables cuantitativas no seguían una distribución normal ( $p < 0.05$ ), por lo que se optó por métodos no paramétricos para los análisis posteriores.

Las variables categóricas se analizaron mediante la prueba exacta de Fisher, reportándose frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas, se calcularon medianas y rangos intercuartiles (RIQ) como medidas de tendencia central y dispersión, y las comparaciones entre grupos independientes se realizaron con la prueba U de Mann-Whitney. El análisis de correlación se efectuó utilizando el coeficiente de Spearman ( $\rho$ ).

En todos los casos, un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. El procesamiento de los datos se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS versión 25.

#### **Descripción de las variables**

1. Edad: Variable cuantitativa discreta la cual determina el número de años de vida del paciente.
2. Sexo: Variable cualitativa nominal dicotómica entre “masculino” o “femenino”
3. Medicion isocinética de miembro inferior bilateral: Variable numérica continua que identifica la medición de fuerza

Variables	Tipos
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Edad</li> <li>2. Sexo</li> <li>3. Diagnóstico</li> <li>4. Medicion isocinética de miembro inferior bilateral</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuantitativa</li> <li>2. Cualitativa</li> <li>3. Cualitativa</li> <li>4. Cuantitativa</li> </ol>

Tabla 1. Variables del estudio

#### **Cálculo del tamaño de muestra:**

Se realizó un cálculo de tamaño de muestra por medio de una fórmula de estimación de dos medias en una población con el fin de valorar si la rehabilitación ambulatoria prolongada mejora la función física, considerando una media pre-intervención del puntaje de la escala funcional de las extremidades inferiores de 74.6, con una desviación estándar de 9.8, una media post-intervención de 82.4, con una desviación estándar de 9.7, un poder de 95% y un nivel de significancia a una cola de 0.05, se requieren al menos 34 pacientes en

cada grupo lo que implica 68 pacientes en total. Los parámetros fueron establecidos en base a la literatura por Briggs (24).

ESTIMACIÓN DE MEDIA EN DOS POBLACIONES				
$n = \frac{K(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$				
valor K	10.8	116.64	2053.404	
sigma 1	9.8	96.04	190.13	n = 33.7508876
sigma 2	9.7	94.09		
valor $\mu_1$	74.6	60.84		
valor $\mu_2$	82.4			

$\sigma_1$ = desviación estándar de la población 1.

$\sigma_2$ = desviación estándar de la población 2.

$\mu_1$  =Media del grupo 1.

$\mu_2$  =Media del grupo 2.

K= Constante K determinada por valores de  $z\alpha$  y  $z\beta$ .

## VII. RESULTADOS

### **Características de la población del estudio**

El estudio incluyó 16 pacientes postoperados de fractura proximal de cadera, con una edad media de 80.1 años (DE: 10.2; rango 60-94 años). La distribución por sexo mostró un predominio del género femenino (75%, n=12). La Tabla 1 presenta las características basales de la población según el tipo de seguimiento recibido, donde se observa que ambos grupos fueron comparables en edad, sexo y estado de rehabilitación.

<b>Variable</b>	<b>Contacto estrecho</b>	<b>Sin contacto estrecho</b>
	<b>(n=6)</b>	<b>(n=10)</b>
<i>Edad (años, DE)</i>	82.3 (9.8)	78.9 (10.7)
<i>Sexo femenino, n (%)</i>	4 (66.7%)	8 (80%)
<i>Rehabilitación, n (%)</i>	4 (66.7%)	5 (50%)

*Tabla 1. Características basales de la población según tipo de seguimiento*

### **Evaluación isocinética por grupo de intervención**

El análisis de los parámetros isocinéticos mostró diferencias significativas entre grupos. El grupo con contacto estrecho presentó valores inferiores en todos los parámetros evaluados en el lado lesionado (Tabla 2). La torsión máxima fue 30.4% menor en el grupo con contacto estrecho ( $p=0.002$ ), mientras que el pico de torsión normalizado por peso corporal fue 25.7% menor ( $p=0.003$ ).

PARÁMETRO	CONTACTO	SIN	CONTACTO
	ESTRECHO (N=6)	ESTRECHO (N=10)	ESTRECHO (N=10)
<b>TORSIÓN MÁXIMA LADO NI (NM)</b>	38.2 (15.3)	56.8 (11.4)	
<b>TORSIÓN MÁXIMA LADO I (NM)</b>	32.4 (12.1)	54.4 (7.8)	
<b>PICO TORSIÓN/BW LADO NI (%)</b>	56.8 (22.1)	89.3 (13.2)	
<b>PICO TORSIÓN/BW LADO I (%)</b>	52.2 (19.2)	82.7 (5.9)	

Tabla 2. *Mediciones isocinéticas según grupo de intervención*

### Relación entre edad y fuerza muscular

Se identificó una correlación negativa significativa entre la edad y el pico de torsión normalizado en el lado lesionado ( $p = -0.612$ ,  $p = 0.011$ ), indicando que a mayor edad, menor fuerza muscular relativa. Esta relación se mantuvo al analizar por separado ambos grupos de intervención.

### Efecto de la rehabilitación en parámetros de fuerza

No se identificaron diferencias significativas en los parámetros de fuerza isocinética entre pacientes que realizaron rehabilitación ( $n=9$ ) y aquellos que no la realizaron ( $n=7$ ). La torsión máxima en el lado lesionado mostró una mediana de 45.3 Nm (RIQ: 35.8-56.2) versus 47.1 Nm (RIQ: 38.5-55.8), respectivamente ( $p=0.834$ , prueba U de Mann-Whitney).

El estudio continúa en fase de recolección de datos con pacientes actualmente programados para alcanzar el tamaño muestral calculado, lo que permitirá realizar análisis multivariados y confirmar estos hallazgos preliminares.

## VIII. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio revelaron hallazgos significativos respecto a la recuperación de la fuerza muscular en adultos mayores postoperados de fractura proximal de cadera. La correlación negativa entre la edad y el pico de torsión normalizado en el lado lesionado concuerda consistentemente con lo reportado en la literatura científica. Briggs et al. y Sherrington et al. (23,24) han documentado ampliamente cómo la sarcopenia asociada al envejecimiento limita significativamente la capacidad de recuperación funcional tras eventos traumáticos como la fractura de cadera. Nuestros resultados confirman esta relación inversa, destacando que los pacientes de mayor edad presentan menores niveles de fuerza muscular incluso en contextos de rehabilitación supervisada .

El hallazgo más relevante de nuestro estudio fue la menor fuerza isocinética observada en el grupo con seguimiento telefónico estrecho en comparación con el grupo sin este seguimiento. Este resultado contrasta marcadamente con lo reportado por Wu et al., cuyo metaanálisis mostró mejoras significativas en movilidad y actividades diarias con programas de ejercicio domiciliario (20). Asimismo, difiere de los hallazgos de Latham et al., quienes reportaron mejoras modestas pero consistentes en función física con intervenciones similares (22). Una posible explicación para esta discrepancia podría radicar en diferencias metodológicas: mientras que en los estudios mencionados la asignación fue aleatorizada, en nuestro trabajo la asignación no aleatoria pudo haber introducido un sesgo de selección, concentrando en el grupo de intervención a pacientes con mayor fragilidad basal o más comorbilidades.

La ausencia de diferencias significativas en parámetros de fuerza entre pacientes que realizaron y no realizaron rehabilitación también merece análisis detallado. Este resultado contradice lo reportado por Sherrington et al. (23), quienes demostraron mejoras significativas en fuerza del cuádriceps con programas domiciliarios. Sin embargo, coincide con las conclusiones de Latham et al. (22), quienes advierten que los beneficios del ejercicio domiciliario, aunque

estadísticamente significativos, pueden ser clínicamente modestos. Esta similitud sugiere que la efectividad de la rehabilitación domiciliaria podría estar mediada por factores no controlados en ambos estudios, como la adherencia real o la calidad de ejecución de los ejercicios.

La combinación de estos hallazgos sugiere que el seguimiento telefónico mensual, en la modalidad implementada en nuestro estudio, no sería suficiente para superar las barreras específicas de la rehabilitación domiciliaria en población geriátrica. Factores como el miedo a las caídas, la falta de retroalimentación técnica inmediata y la ausencia de ajustes personalizados en tiempo real podrían limitar la efectividad de esta estrategia de seguimiento.

### **Limitaciones del Estudio**

En primer lugar, el tamaño muestral reducido ( $n=16$ ), muy por debajo del cálculo inicial ( $n=68$ ), limita significativamente la potencia estadística y la generalización de los hallazgos. Esta restricción muestral es particularmente relevante al interpretar las comparaciones entre subgrupos, donde diferencias clínicamente importantes pueden no alcanzar significación estadística.

En segundo lugar, la falta de aleatorización en la asignación de los grupos introduce la posibilidad de sesgos de selección no controlados.

Otra limitación significativa reside en la ausencia de medición objetiva de variables críticas como la adherencia real al programa de ejercicios, la calidad de ejecución de los mismos, el estado cognitivo de los participantes y el nivel de apoyo social disponible. Estas variables, reconocidas en la literatura como determinantes clave del éxito rehabilitador, no fueron controladas en nuestro análisis. Finalmente, la heterogeneidad en el tipo de fractura y el procedimiento quirúrgico, aunque refleja la práctica clínica real, introduce variabilidad no controlada que podría afectar los resultados de recuperación funcional.

Para estudios futuros, sería valioso incorporar variables psicosociales y cognitivas que modulan la respuesta a la rehabilitación.

El desarrollo de modalidades de seguimiento mixto, que combinen contactos telefónicos con sesiones presenciales periódicas o el uso de plataformas digitales con retroalimentación en tiempo real, representa una posible línea de investigación. Estos abordajes podrían superar las limitaciones del seguimiento exclusivamente telefónico mientras mantienen la accesibilidad de la rehabilitación domiciliaria.

## **IX. CONCLUSIONES**

La recuperación de la fuerza isocinética en adultos mayores postoperados de cadera parece estar influenciada negativamente por la edad. El inesperado peor resultado asociado al contacto estrecho subraya la complejidad de las intervenciones de rehabilitación a distancia y la potencial influencia de factores de confusión no controlados. La finalización del reclutamiento y la aplicación de un análisis multivariado que controle variables como la fragilidad basal, el estado cognitivo y el nivel de apoyo social, serán esenciales para comprender el verdadero efecto de la intervención. Este estudio contribuye a la evidencia que resalta la necesidad de diseñar programas de rehabilitación domiciliaria que no solo sean accesibles, sino también personalizados y supervisados de manera efectiva.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Getgood A, Brown C, Lording T, Amis A, Claes S, Geeslin A, et al. The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(1):1795.
2. Magaziner J, Hawkes W, Hebel JR, Zimmerman SI, Fox KM, Dolan M, et al. Recovery from hip fracture in eight areas of function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* septiembre de 2000;55(9):M498-507.
3. Marottoli RA, Berkman LF, Cooney LM. Decline in physical function following hip fracture. *J Am Geriatr Soc.* septiembre de 1992;40(9):861-6.
4. Marbán Mexico [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2025]. Fracturas en el adulto 2 Vol. Disponible en: <https://marbanlibros.mx/products/fracturas-en-el-adulto-2-vol>
5. Xu BY, Yan S, Low LL, Vasanwala FF, Low SG. Predictors of poor functional outcomes and mortality in patients with hip fracture: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* diciembre de 2019;20(1):568.
6. Roy MAG, Doherty TJ. Reliability of hand-held dynamometry in assessment of knee extensor strength after hip fracture. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(11):813-8.
7. Soro-García P, González-Gálvez N. Effects of Progressive Resistance Training After Hip Fracture: A Systematic Review. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2025;10(1):54.
8. Overgaard JA, Kallehave T, Mangione KK, Kristensen MT. Six versus 12 weeks of outpatient physical therapy including progressive resistance training in cognitively intact older adults after hip fracture: a multicenter randomized controlled trial. *J Gerontol Ser A.* 2022;77(7):1455-62.
9. Selçuk İ, Yassa M, Tatar İ, Huri E, Selçuk İ, Yassa M, et al. Anatomic structure of the internal iliac artery and its educative dissection for peripartum and pelvic hemorrhage. *Turk J Obstet Gynecol [Internet].* 21 de junio de 2018 [citado 14 de noviembre de 2025]; Disponible en: <https://tjoddergisi.org/articles/anatomic-structure-of-the-internal-iliac-artery-and-its-educative-dissection-for-peripartum-and-pelvic-hemorrhage/tjod.23245>
10. Bassets Martín P. Necrosis avascular de la cabeza femoral, revisión bibliográfica, diagnóstico y tratamiento. Avascular necrosis of the femoral head: a literature review on diagnosis and treatment [Internet]. 2025 [citado

- 14 de noviembre de 2025]; Disponible en:  
<https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/66057>
11. Barney J, Piuzzi NS, Akhondi H. Femoral Head Avascular Necrosis. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 14 de noviembre de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546658/>
  12. Cooper A. A Treatise on Dislocations and on Fractures of the Joints: Fractures of the Neck of the Thigh-bone. Clin Orthop Relat Res. mayo de 1973;92:3.
  13. Scribd [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2025]. Rockwood & Green S Fracturas. en El Adulto Marbán | PDF | Mano | Lesión. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/391799885/Rockwood-Green-s-Fracturas-en-El-Adulto-Marban>
  14. Lu Y, Uppal HS. Hip Fractures: Relevant Anatomy, Classification, and Biomechanics of Fracture and Fixation. Geriatr Orthop Surg Rehabil. 1 de enero de 2019;10:2151459319859139.
  15. Droll KP, Broekhuyse H, O'Brien P. Fracture of the femoral head. JAAOS-J Am Acad Orthop Surg. 2007;15(12):716-27.
  16. Fekete K, Manninger J, Kazár G, Cserháti P, Bosch U. Percutaneous internal fixation of femoral neck fractures with cannulated screws and a small tension band plate. Orthop Traumatol. diciembre de 2000;8(4):250-63.
  17. Phang JK, Lim ZY, Yee WQ, Tan CYF, Kwan YH, Low LL. Post-surgery interventions for hip fracture: a systematic review of randomized controlled trials. BMC Musculoskelet Disord. 25 de mayo de 2023;24(1):417.
  18. Mazarello Paes V, Ting A, Masters J, Paes MVI, Graham SM, Costa ML. A systematic review of evidence regarding the association between time to mobilisation following hip fracture surgery and patient outcomes. Bone Jt Open. 2025;(In press).
  19. Levi Y, Punchik B, Zikrin E, Shacham D, Katz D, Makulin E, et al. Intensive inpatient vs. home-based rehabilitation after hip fracture in the elderly population. Front Med. 2020;7:592693.
  20. Wu D, Zhu X, Zhang S. Effect of home-based rehabilitation for hip fracture: A meta-analysis of randomized controlled trials. J Rehabil Med. 29 de marzo de 2018;50(6):481-6.
  21. Pliannuom S, Pinyopornpanish K, Buawangpong N, Wiwatkunupakarn N, Mallinson PAC, Jiraporncharoen W, et al. Characteristics and effects of home-based digital health interventions on functional outcomes in older

- patients with hip fractures after surgery: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res.* 2024;26:e49482.
22. Latham NK, Harris BA, Bean JF, Heeren T, Goodyear C, Zawacki S, et al. Effect of a home-based exercise program on functional recovery following rehabilitation after hip fracture: a randomized clinical trial. *Jama.* 2014;311(7):700-8.
23. Sherrington C, Lord SR. Home exercise to improve strength and walking velocity after hip fracture: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(2):208-12.
24. Briggs RA, Houck JR, Drummond MJ, Fritz JM, LaStayo PC, Marcus RL. Muscle quality improves with extended high-intensity resistance training after hip fracture. *J Frailty Aging.* 2018;7(1):51-6.
25. Xiao H, Zeng W, Lu L, Yuan J, Yan Z, Wang J. Effectiveness of telerehabilitation in postoperative outcomes in patients on hip fracture surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 26 de mayo de 2025;17(1):130.

## **XI. ANEXOS**

**9.1. Anexar carta de aprobación por parte del comité de ética en investigación, cuestionarios, formatos o demás herramientas que hayan sido empleados durante y para la realización de la tesis.**

## **XII. ARTÍCULOS PUBLICADOS**

### **XIII. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

Candidato(a) para el grado de:

**Especialista en Ortopedia y Traumatología**

#### **Tesis**

**“MEDICIÓN ISOCINÉTICA DE ADULTOS MAYORES POSTOPERADOS DE  
FRACTURA PROXIMAL DE CADERA”**

#### **Campo de estudio:**

Ciencias de la Salud

#### **Biografía:**

**Personal:** Nacido el 29 de noviembre de 1994, en Monterrey, Nuevo León, Hijo de Gerardo César García Aguilar y Lourdes Ortiz Brizuela.

**Educación:** Egresado de la Facultad de Medicina de la UANL con grado de Médico Cirujano y Partero en 2019.