



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:
Medicina de Rehabilitación

**ESTUDIO TRANSVERSAL DE LOS CAMBIOS EN LA
MASA MAGRA Y MASA GRASA EN PIERNA
LESIONADA VS PIERNA SANA POSTERIOR A
LESIONES ARTICULARES DE RODILLA**

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN)

P R E S E N T A:
Valeria Velázquez Quezada
PROFESOR TITULAR
Roberto Coronado Zarco
DIRECTOR DE TESIS
Salvador Israel Macías Hernández
Ciudad de México Junio 2024





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**Estudio transversal de los cambios en la masa magra y masa grasa
en pierna lesionada vs pierna sana posterior a lesiones articulares
de rodilla**

**DR. ROBERTO CORONADO ZARCO
PROFESOR TITULAR**

**DR. SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE TESIS**

**Estudio transversal de los cambios en la masa magra y masa grasa
en pierna lesionada vs pierna sana posterior a lesiones articulares
de rodilla**

DRA. LYDIA ESTELA ZERÓN GUTIÉRREZ
ENCARGADA DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN
DE EDUCACIÓN EN SALUD

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

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

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi mamá, papá, hermana y a Miguel, les quiero expresar mi agradecimiento por su apoyo incondicional. Mamá, tus palabras de aliento y tu amor incondicional me han dado fuerzas en los momentos más difíciles. Papá, tu sabiduría y perseverancia me han inspirado a nunca rendirme. Hermana, tu alegría y entusiasmo me han recordado la importancia de disfrutar el camino. Y a ti, Miguel, por ser mi apoyo constante y total. A cada uno de ustedes, gracias por ser mi mayor fuente de inspiración. Este logro es también suyo.

Agradecimientos

A mis maestros por brindarme los conocimientos y las herramientas para poder desarrollarme en este proceso académico.

A mis compañeros y amigos de residencia por recorrer conmigo este camino en los momentos buenos y malos.

ÍNDICE

Resumen	6
Introducción	7
Marco teórico	8
Planteamiento del problema	23
Pregunta de investigación	24
Hipótesis	24
Justificación	24
Objetivos	26
Material y Métodos	26
Metodología	27
Resultados	30
Discusión	37
Conclusión	43
Bibliografía	44
Anexos	51

RESUMEN

Las lesiones articulares en la rodilla son frecuentes en la rehabilitación, causando un desequilibrio articular debido a factores como el dolor, la disminución de fuerza y masa muscular, y factores mecánicos. Si no se tratan, estos factores pueden llevar a la osteoartritis. La composición corporal, que incluye la masa grasa y magra, puede medirse con la absorciometría dual de rayos X (DXA), considerado el estándar de oro. El objetivo del estudio fue describir la composición corporal (masa magra y masa grasa del muslo) en pacientes con lesiones articulares crónicas de rodilla utilizando DXA. Se realizó un estudio descriptivo transversal con pacientes de 18 a 50 años con lesiones de rodilla subagudas y crónicas, diagnosticados por resonancia magnética (RNM) y con más de tres meses de evolución. Se evaluaron clínicamente y mediante densitometría. Se incluyeron 112 pacientes. Se comparó la masa grasa y magra de la pierna lesionada con la pierna contralateral. Se encontró una diferencia significativa: la pierna contralateral tenía mayor masa magra ($p=0.0001$) y la pierna lesionada tenía más masa grasa ($p=0.002$). No hubo diferencias clínicas significativas en la perimetría. No se encontró una correlación significativa con la

prueba de Pearson entre la masa magra y grasa de la misma pierna ($r=0.030$), ni entre estas variables y la Escala Visual Análoga (EVA) del dolor (masa magra $r=-0.130$, masa grasa $r=0.096$). Se concluye que los pacientes con lesiones crónicas de rodilla muestran cambios en la composición corporal, con una disminución de masa magra y un aumento de masa grasa en la pierna lesionada en comparación con la pierna contralateral. Sin embargo, se requieren más estudios para cuantificar con mayor precisión estos cambios en la misma pierna, así como comparar la función muscular y dar pie a mejoras en los programas de rehabilitación.

Palabras clave: Lesiones articulares de rodilla, composición corporal, masa magra, masa grasa, DXA.

INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es estudiar la composición corporal de pacientes con lesiones crónicas de rodilla a partir de la evaluación de la masa magra y masa grasa de la pierna lesionada y compararla con la pierna contralateral, su importancia radica en comprender mejor cómo se comporta fisiopatológicamente estas lesiones y por ende identificar factores de riesgo que puedan generar complicaciones a futuro lo que generará

diferentes estrategias para mejorar el tratamiento rehabilitatorio en estas patologías, la información que se esperaba obtener de este estudio era una proporción mayor de masa grasa y menor de masa magra entre los valores de la pierna lesionada y la sana evaluada por DXA, además de determinar esta diferencia se busca asociar los cambios obtenidos por DXA con otras variables tales como dolor y escalas funcionales, lo cual se comprobó. Esta investigación se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra del 2023-2024.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de La Articulación de la Rodilla

Aproximadamente el 5% de todas las consultas generales están relacionadas con el dolor articular en la rodilla (gonalgia) (1). Debido a la complejidad y a la carga de peso que soporta esta articulación, es muy común encontrar lesiones en ella (2). La rodilla está compuesta por varios huesos (tibia, fémur y rótula), elementos estabilizadores (ligamentos colateral medial y lateral, ligamentos cruzado anterior y posterior) y amortiguadores (menisco medial y lateral) (2).

Lesiones Meniscales

Los desgarros meniscales, que pueden ser traumáticos o degenerativos, tienen una incidencia de hasta el 12% en la población general. Las lesiones traumáticas agudas son más comunes en jóvenes de 18 a 40 años y suelen acompañarse de lesiones en el ligamento cruzado anterior. En cambio, las lesiones degenerativas son más frecuentes en personas mayores de 40 años, especialmente en aquellos con osteoartrosis de rodilla. Entre los factores de riesgo se incluyen la práctica de fútbol o rugby, el sexo masculino y actividades laborales que requieran flexión constante de la rodilla o cargas de peso superiores a 10 kg (1).

Clínicamente, los desgarros meniscales se presentan con dolor agudo en la línea articular y derrame posterior a una lesión por torsión o rotación con o sin contacto. Los síntomas comunes incluyen dolor, chasquidos y bloqueos articulares; sin embargo, estos tienen una sensibilidad del 32-69% y una especificidad del 45-64%, con un valor predictivo positivo del 75-81% para su diagnóstico. No se recomienda el uso sistemático de la resonancia magnética ante la sospecha, ya que pueden encontrarse lesiones asintomáticas que no requieren manejo (1). En cuanto al tratamiento, se sugiere que los pacientes sigan

un programa de rehabilitación de al menos 3 meses antes de considerar una intervención quirúrgica por artroscopia.

Lesiones Ligamentarias

Las lesiones en los ligamentos causan inestabilidad y dolor articular, lo que puede causar daños en otras estructuras de la articulación. Como resultado, los pacientes experimentan dolor, inflamación y disminución de la capacidad de movimiento (3).

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura estabilizadora clave de la rodilla, que limita principalmente el deslizamiento anterior y la rotación interna de la tibia. Cuando el LCA se lesiona, este mecanismo de estabilidad se pierde. Epidemiológicamente, se reportan 36.9 lesiones por cada 100,000 personas (2). Estas lesiones están asociadas principalmente con actividades deportivas y caídas (3). En cuanto al sexo, las lesiones del LCA son más comunes en mujeres (2). Solo el 30% de estas lesiones se deben a contacto directo; el resto ocurre por una desaceleración de la extremidad inferior, con el cuádriceps en contracción máxima y la rodilla en extensión completa (2).

Los síntomas de una lesión de LCA incluyen chasquidos, dolor, edema y una sensación de inestabilidad. Es esencial una

evaluación pronta, siendo las pruebas de Lachmann y el cajón anterior las más precisas para su diagnóstico. La resonancia magnética es el estándar de oro para la confirmación de estas lesiones. Las lesiones asociadas ocurren en 60-75% junto con lesiones meniscales y en 46% con ligamentos colaterales (2).

El tratamiento conservador es una opción si el rango de movilidad en extensión es casi normal, el daño meniscal es mínimo y la fuerza del cuádriceps está conservada. Si se opta por un tratamiento quirúrgico, se debe seguir un programa de rehabilitación de al menos 10-12 semanas (2). En individuos jóvenes y activos se prefiere tratamiento quirúrgico de primera línea .

Las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP) se asocian principalmente con accidentes automovilísticos (hasta un 40%) y traumas deportivos directos (2-3%) (3). Los mecanismos de lesión incluyen hiperextensión, hiperflexión forzada, fuerza posterior sobre la tibia en flexión, fuerza en varo o valgo, y luxación de la rótula. Clínicamente, estas lesiones suelen ser inespecíficas y presentan inestabilidad cuando están acompañadas de una lesión del LCA o una lesión

multiligamentaria. Generalmente, el tratamiento es quirúrgico (4).

Los ligamentos colaterales también son estabilizadores importantes. El ligamento colateral medial (LCM) es el principal estabilizador estático medial, proporcionando apoyo frente a mecanismos en valgo, rotación y deslizamiento anterior de la tibia, comunes en prácticas deportivas (5). El ligamento colateral lateral (LCL) es el principal estabilizador en varo y restringe el desplazamiento posterior y la rotación externa de la tibia (6). El diagnóstico de lesiones de ligamentos colaterales se realiza clínicamente mediante la prueba de bostezo positiva. La resonancia magnética se utiliza si se sospecha de una lesión multiligamentaria, siendo la artroscopia el estándar de oro para diagnóstico y tratamiento. Las lesiones de bajo grado se manejan preferentemente con tratamiento conservador, que incluye el uso de inmovilizadores y fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales (5)(6).

Lesiones Condrales

A diferencia de las estructuras previamente mencionadas, el cartílago articular tiene una capacidad limitada para regenerarse. Esto provoca que las lesiones condrales conduzcan

a un proceso degenerativo temprano en la articulación (7). El cartílago articular puede dañarse por diversos mecanismos; aunque los eventos agudos únicos no suelen causar una falla inmediata del tejido, inician una cascada degenerativa. Las cargas repetitivas y crónicas pueden llevar a la fatiga de la superficie condral. Estas lesiones agudas pocas veces se regeneran por sí solas, por lo que la mayoría de los casos requieren intervenciones quirúrgicas (8).

Síndrome Patelofemoral

El síndrome patelofemoral se define como dolor detrás o alrededor de la rótula, que aparece gradualmente y empeora con la flexión de la rodilla. También se conoce como rodilla del corredor o condromalacia patelofemoral. La fisiopatogenia exacta no se conoce, pero se propone que una carga anormal en la articulación femororotuliana, debido a un mal posicionamiento rotuliano, desequilibrio muscular o aumento de la presión intraósea de la rótula, podría ser la causa (1).

Este síndrome suele afectar a personas menores de 40 años y tiene una prevalencia de hasta el 25%. Los síntomas pueden persistir durante años. Un meta análisis de 2019 identificó como factor de riesgo la debilidad del cuádriceps, especialmente en

personas con un índice de masa corporal elevado. El diagnóstico no requiere estudios de imagen y se realiza por descarte. La prueba clínica de flexión de la rodilla que provoca dolor en la región anterior tiene una sensibilidad del 91% y una especificidad del 50% (1).

El tratamiento recomendado incluye ejercicios supervisados de cadera y rodilla. El ejercicio terapéutico se ha asociado con menos dolor relacionado con la actividad y una mejor funcionalidad en comparación con otras intervenciones. No se recomienda la artroscopia debido a la falta de evidencia sobre su beneficio (1).

Fuerza Muscular

La fuerza muscular se define como la capacidad de un músculo o grupo muscular para generar tensión y ejercer fuerza contra una resistencia. Es una variable fundamental para la funcionalidad física y la salud general, ya que influye en la capacidad para realizar actividades diarias y en la prevención de lesiones (10). La medición de la fuerza muscular se realiza comúnmente mediante dinamometría, pruebas isocinéticas o mediante ejercicios específicos que evalúan la fuerza máxima, como el levantamiento de pesas (11). La función principal de la

fuerza muscular incluye la estabilización articular, el mantenimiento de la postura, y la facilitación del movimiento (12). Además, una adecuada fuerza muscular está asociada con una mejor calidad de vida, reducción de la sarcopenia en adultos mayores y una disminución en el riesgo de enfermedades metabólicas (13).

Está determinada por factores como la edad, el sexo, la composición corporal y la herencia genética. Estos factores pueden ser influenciados y modificados por el entorno y las experiencias a lo largo de la vida (26).

Masa Muscular

La masa muscular, también conocida como trofismo muscular, se define como la cantidad total de tejido muscular en el cuerpo. El trofismo muscular es resultado de la hipertrofia, que se produce cuando las fibras musculares aumentan en tamaño debido a la síntesis de nuevas proteínas en respuesta a estímulos como el entrenamiento de resistencia o factores hormonales (14). El desarrollo y mantenimiento de la masa muscular están regulados por un equilibrio entre la síntesis y la degradación proteicas, influenciado por factores genéticos, nutricionales y de actividad física (15). Un aumento en la masa muscular

contribuye significativamente al incremento de la fuerza muscular, mejora la capacidad funcional y reduce el riesgo de enfermedades metabólicas y sarcopenia en la población envejecida (16).

El dolor crónico puede llevar a una disminución significativa de la fuerza y la masa muscular, un fenómeno que se observa en diversas condiciones patológicas. La presencia de dolor puede inhibir la activación muscular a través de mecanismos neuromusculares, como la inhibición refleja del músculo, lo que reduce la capacidad de generar fuerza (17). Además, el dolor puede limitar la movilidad y la actividad física, lo que contribuye a la atrofia muscular por desuso (18). La inflamación asociada al dolor crónico también puede inducir cambios catabólicos en el tejido muscular, resultando en una disminución del tamaño y la fuerza muscular (19). Estos efectos negativos del dolor sobre la musculatura resaltan la importancia de un manejo adecuado del dolor en el contexto de la rehabilitación y la medicina deportiva para prevenir la pérdida de masa muscular y la consecuente disminución de la funcionalidad.

Composición Corporal

La composición corporal se define como la proporción de diferentes componentes de la masa corporal de un individuo, esta influenciado por varios factores tales como genética, medio ambiente y estilo de vida y dicha proporción se relaciona con la salud general y la condición física, La composición corporal se puede describir con varios modelos, dependiendo su complejidad (atómico, molecular, celular, tisular, regional y de cuerpo completo (31.)

La composición corporal puede ser medida de diferentes con métodos directos tales como cálculo de agua corporal total o el conteo corporal total y activación de neutrones, con los métodos conocidos como de criterio tales usan rayos X o técnicas magnéticas miden a nivel tisular para ver la cantidad y distribución de tejido adiposo, hueso y músculo. Otras formas de medirlas de forma indirecta son por antropometría, análisis de impedancia bioeléctrica, estos métodos dependen de interrelaciones entre los otros métodos mencionados y cómo se distribuyen entre otros individuos sanos, por tanto, éstos tienden a tener mayores errores de predicción que dependen la especificidad de la muestra y condiciones de la patología (32)

En cuanto a los métodos de antropometría se mide masa corporal, tamaño, forma y nivel de grasa y basa sus cambios en el aumento o disminución de peso y es por ello que la asociación entre medidas e índices se ve afectada, los métodos que se describen son , circunferencia abdominal, índice de masa corporal (IMC), este índice es ampliamente utilizado donde se toma en cuenta peso y altura, y se usa de referencia para seguimiento en obesidad, sin embargo no se recomienda en niños por estar en crecimiento y tampoco en pacientes con ciertas patologías como sarcopenia o en atletas ya que la proporciones de músculo y grasa se modifican. (53)

En la plicometría mide el espesor de la grasa subcutánea en diferentes partes del cuerpo sin embargo su principal limitante es en adultos con sobrepeso u obesidad y no tiene buena correlación con el IMC, además de que no están estandarizadas las medidas adecuadas en la población en general. (54)

El análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) se realiza mediante estimaciones del agua corporal total, masa magra y masa grasa midiendo la resistencia del cuerpo como conductor a una corriente eléctrica alterna muy pequeña, sus limitaciones son

que dependen ampliamente del nivel de hidratación del paciente y esta se altera en obesos o en otras patologías. (33)

En cuanto a los métodos criterio esta la hidrodensitometría y plestismografía se usan como medidas de peso corporal, volumen corporal y volumen pulmonar residual, es una técnica complicada ya que debe contarse con cooperación completa del paciente y equipo muy avanzado como un pletismógrafo (52)

También se ha descrito el uso de ultrasonido donde se han realizado asociaciones entre la arquitectura muscular, fuerza y función sin embargo la desventaja radica en que no existen puntos de corte para realizar diagnósticos o protocolos estandarizados, así como clínicamente si el paciente tiene edema es difícil realizar mediciones exactas (33)

El uso de TAC o RNM son de gran utilidad ya que se puede calcular adecuadamente el porcentaje de masa grasa tomando en cuenta la infiltración que puedan tener ciertos tejidos, sin embargo, en el caso de TAC, requiere altos grados de radiación y ambas son costosas lo que las convierte en técnicas poco factibles para cuantificación y seguimiento clínico de la composición corporal. (33)

La absorciometría dual de rayos X (DXA) es una técnica ampliamente utilizada para medir la composición corporal debido a su alta precisión y fiabilidad. DXA permite la evaluación detallada de la densidad mineral ósea, así como la cuantificación del contenido de masa grasa y masa magra en diferentes regiones del cuerpo (20). Esta técnica se basa en el uso de dos haces de rayos X de diferentes energías, que atraviesan el cuerpo y son absorbidos en diferentes grados por huesos y tejidos blandos, permitiendo una diferenciación precisa entre estos componentes (21). La DXA es especialmente útil en estudios clínicos y de investigación para monitorear cambios en la composición corporal asociados con enfermedades, intervenciones dietéticas o programas de ejercicio físico (22). Además, su capacidad para proporcionar mediciones regionales y totales del cuerpo la convierte en una herramienta valiosa para la evaluación del estado nutricional y la salud metabólica.

La absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) se considera actualmente la técnica de referencia para medir la composición corporal (masa grasa, masa libre de grasa y contenido mineral óseo) (27)

La masa grasa se refiere todo tiempo de grasa incluida la grasa esencial y la de reserva, la masa libre de grasa también conocida como masa magra incluye el resto de los componentes como proteínas, minerales y elementos libres de agua, esta se subdivide en proteína y contenido mineral óseo. (34.)

El dolor en las rodillas puede inducir cambios significativos en la composición corporal, tanto a nivel general como en la extremidad afectada. Este tipo de dolor a menudo lleva a una disminución de la actividad física debido a la limitación funcional y el temor al movimiento, lo que puede resultar en un aumento de la masa grasa y una reducción de la masa muscular global (23). Específicamente, en la extremidad afectada, la inactividad puede provocar atrofia muscular y una disminución de la fuerza muscular, alterando la proporción de masa magra y masa grasa en la pierna afectada (24). La inflamación crónica y el dolor persistente también pueden contribuir a la pérdida de masa muscular a través de mecanismos catabólicos, exacerbando la sarcopenia en poblaciones susceptibles (25).

ANTECEDENTES

Como antecedentes se mencionan en 2023 se llevó a cabo un protocolo piloto con una muestra representativa de 45

pacientes en el cual se planteó cuantificar los cambios en la composición corporal local y general, en sujetos con lesiones articulares (las previamente mencionadas) y dolor crónico asociado. A pesar de ser una muestra pequeña, se concluyó que las lesiones articulares en la rodilla se asocian con una reducción significativa de la masa libre de grasa apendicular y una pérdida de volumen muscular en el lado afectado en comparación con el lado sano. (9) Como áreas de oportunidad, se mencionó la necesidad de aumentar la muestra del estudio. Por ello, este estudio se enfocará en ampliar la muestra para determinar adecuadamente las asociaciones entre la lesión y los cambios en la composición corporal.

En otro estudio longitudinal se ha analizado que los pacientes con lesiones de rodilla los cuales presentan mayor porcentaje de masa grasa generan más carga y por ende requieren un aumento de la masa magra total y no exclusivamente de las extremidades inferiores para soportar el peso, sin embargo, no excluye que haya infiltración grasa en este músculo secundario al proceso inflamatorio que se presenta en las lesiones de rodilla que tienen como secuela una probable osteoartritis. (30) También se ha descrito que las rodillas que presentan dolor tienen un mayor

contenido de grasa intermuscular que las rodillas contralaterales sin dolor (35.)

Se ha descrito que, en algunas patologías, ocurren cambios musculares posteriores a una lesión, tales como la atrofia del cuádriceps tras una lesión del ligamento cruzado anterior, que se genera por desuso después de la inmovilización y también se asocia al dolor posterior a una reconstrucción del ligamento (28). En el caso del síndrome patelofemoral, un meta-análisis observó diferencias en la medición del muslo entre la pierna afectada y la no afectada, atribuyéndose tanto a la inhibición muscular por dolor como a cambios fisiológicos en el músculo. Esto sugiere que el dolor no es el único factor, ya que, al tratar este síntoma, la perimetría del muslo podría regresar a valores similares a los de la pierna contralateral. Además, se menciona que esta hipotrofia puede ser un factor desencadenante para la lesión (29). En cuanto al resto de las alteraciones articulares mencionadas, no se encontró evidencia de pérdida muscular posterior a las lesiones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las lesiones articulares de rodilla que producen dolor generan un círculo vicioso que limita la actividad física, restringe la

participación y podría a largo plazo producir cambios generales tanto en la función física, metabólica y en la composición corporal. Está demostrado el cambio de la masa muscular en pacientes con lesiones del LCA, principalmente en el cuádriceps. (30) Sin embargo, hasta el momento, no conocemos estudios del análisis de composición corporal que incluyan pacientes con síndrome patelofemoral, lesiones meniscales, condrales o ligamentarias y su asociación con cambios en la masa muscular del muslo (cuádriceps e isquiotibiales), en la pierna y en la composición corporal total, con disminución de la masa libre de grasa total y posible aumento en la masa grasa.

PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Se afectará la composición de masa magra y masa grasa en la pierna lesionada evaluada por DXA en pacientes con lesiones articulares de rodilla?

HIPOTESIS

Los pacientes con lesiones articulares en rodillas tendrán cambios en composición corporal con una proporción mayor de masa grasa y menor de masa magra entre los valores de la pierna lesionada y la sana evaluada por DXA.

JUSTIFICACION

Aproximadamente el 5% de todas las consultas generales están relacionadas con el dolor articular en la rodilla, secundario a diversas patologías, la realización de un estudio de investigación clínica que determine la relación entre las lesiones articulares de rodilla y la composición corporal está justificada por varias razones. En primer lugar, comprender cómo las lesiones de rodilla afectan la composición corporal puede proporcionar información crucial sobre los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y los posibles factores de riesgo asociados. Esto puede conducir a una mejor identificación de los pacientes en riesgo de desarrollar complicaciones relacionadas con la composición corporal alterada. Además, esta investigación puede ayudar a desarrollar estrategias de prevención y tratamiento específicas y más efectivas para mejorar la calidad de vida de los pacientes con lesiones articulares de rodilla. Por último, entender la relación entre estas variables podría tener implicaciones importantes para la rehabilitación postoperatoria y la recuperación funcional de los pacientes con lesiones de rodilla. En conjunto, este estudio tiene el potencial de generar conocimientos significativos que

contribuyan a una mejor atención y manejo clínico de las lesiones articulares de rodilla.

OBJETIVOS

A. Objetivo general:

Describir la composición corporal (masa magra y masa grasa de muslo) de pacientes con lesiones articulares crónicas de rodillas a través de DXA, captados a través de la consulta externa en el servicio de rehabilitación del deporte del INRLGII.

B. Objetivos específicos:

1. Realizar una evaluación clínica y por densitometría (masa magra y masa grasa) de los pacientes con gonalgia por lesiones crónicas de rodillas.
2. Registrar localización e intensidad del dolor y escalas funcionales
3. Comparar los cambios de la masa magra o libre de grasa y masa grasa internado en cada miembro pélvico.
4. Correlacionar los hallazgos con las variables cuantitativas que se plantean en el estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

A. Tipo de estudio: Descriptivo transversal.

B. Descripción del universo de trabajo: Pacientes de 18-50 años con lesiones en la rodilla que corresponden a los siguientes diagnósticos: Lesiones de ligamento cruzado anterior, posterior, colaterales o multiligamentarias, lesiones meniscales, cualquier alteración Patelo femoral y lesiones condrales.

C. Criterios de inclusión:

1. Cualquier sexo.
2. 18-50 años.
3. Lesiones crónicas de rodilla (más de 3 meses de evolución).
4. Que presenten como síntoma principal dolor en rodilla.
5. Que hayan requerido manejo quirúrgico o conservador.
6. Que hubiesen recibido o no tratamiento de rehabilitación u ortopédico.
7. Cualquier mecanismo de lesión.
8. Diagnostico corroborado por RM de rodilla.
9. Unilateral

D. Criterios de eliminación:

1. Pacientes con peso corporal de más de 140 Kg (imposibilidad de posicionar en la mesa)
2. Embarazo

E. Criterios de exclusión

1. Pacientes con antecedente de fractura en rodilla, o que estén fracturados al momento del estudio. Pacientes que tengan una luxación de su rodilla o rótula de menos de 3 meses de evolución, al momento del estudio o lesiones en cualquier otra articulación que limiten actividad física.
 2. Cualquier patología articular inflamatoria asociada (gota, AR, artritis autoinmune).
 3. Pacientes con antecedente de hipertensión arterial sistémica.
 4. Con deficiencia neuro-motora que impida realización de actividad física habitual.
 5. Déficit intelectual.
 6. Que no acepten firmar consentimiento informado.
- F. Tamaño de muestra: Por conveniencia, consecutivos.

Total: 112 pacientes

G. Descripción del procedimiento

1. Los pacientes fueron identificados y llamados por teléfono invitándolos a participar en la investigación.
2. Se explicaron indicaciones del procedimiento tales como adecuada hidratación previa al estudio, ayuno mínimo de 5

horas, acudir con vejiga vacía, acudir con ropa ligera, ajustada, sin metal, plástico o bandas reflejantes, evitar realizar ejercicio un día previo.

3. Estos pacientes fueron citados y se les explicó en qué consiste el protocolo

4. Los que aceptaron, firmaron del consentimiento informado.

5. En la cita, posterior a la firma del consentimiento se hizo una evaluación clínica integral, se obtuvieron los datos de las variables y se les realizó el estudio de densitometría de cuerpo completo.

7. Definición operativa de las variables (**Tabla 1 en anexos**)

I. Análisis estadístico realizado.

Se realizó estadística descriptiva para resumir los datos, utilizando tendencia central y medias de dispersión para variables cuantitativas y para variables cualitativas frecuencias y porcentajes. Previa evaluación de normalidad, para comparación entre sexos se utilizó t de student para muestras independientes. Se buscaron correlaciones lineales entre variables cuantitativas mediante la prueba de correlación de

Pearson. El nivel de significancia alfa considerado fue de 0.05. Se usó el programa estadístico SPSS V 24.

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

1. Los pacientes fueron seleccionados de la base de datos del servicio de rehabilitación del deporte durante el año 2023-2024.
2. Se revisaron los expedientes electrónicos y se eligieron a los pacientes que cumplieron con los criterios de selección.

RESULTADOS

La muestra incluida fue de 112 pacientes, 63 hombres (56.2%) y 49 (43.7%) mujeres, promedio de edad en hombres fue de 30.4 años y en mujeres 33.4 años. Por cuestión de análisis se dividió la población en hombres y mujeres.

Es el grupo de hombres la frecuencia en las patologías estudiadas fue la siguiente: lesión ligamentaria 48 (76.2%), meniscopatía 7 (11.1%), lesiones multiligamentarias (9.5%) y síndrome patelofemoral 2 (3.2%), en esta población no hubo pacientes con lesiones condrales, de estos pacientes 43 (68.3%) no habían tenido lesiones previas, mientras que 20 (31.7%) si las habían presentado, el lado más afectado fue la rodilla derecha 36 (57.1%) mientras que la izquierda fueron 27 (42.9%) y las

lesiones fueron únicas solo en 12 (19%) casos y mixtas en 51 (81%). En el caso de las mujeres las patologías tuvieron la siguiente frecuencia lesiones ligamentarias 23 (46.9%) meniscopatías 13 (26.5%) lesiones multiligamentarias y síndrome patelofemoral tuvieron la misma prevalencia con 6 pacientes (12%) y lesiones condrales 1 (2%), de éstas 38 (77.6%) no presentaron lesiones previas, mientras que el número de pacientes que si habían presentado lesiones previas fueron 11 (22.4%), el lado más afectado fue de izquierdo con 28 (57.1%) contra el derecho que fue de 21 (42.9%) y las lesiones fueron únicas en 26 (53.1%) pacientes, mientras que 23 (46.9%) fueron mixtas.

Los mecanismos de lesión en hombres fueron valgo forzado 41 (65.1%), rotación interna 6 (9.5%) contusión directa y sin identificar un mecanismo específico fueron 5 (7.9%) respectivamente, rotación externa 3 (4.8%) en extensión forzada 2 (3.2%) y en varo forzado solamente 1 (1.6%). En las mujeres se presentó la siguiente frecuencia valgo forzado 19 (38.8%) sin mecanismo de lesión específico 13 (26.5%) por contusión directa 6 (12.2%) en extensión 4 (8.2%), en rotación

externa y varo tuvieron la misma frecuencia de 3 (6.1%) y en rotación externa 1 (2%).

En cuanto al tratamiento que recibieron, al momento del estudio de los hombres 43 (68.3%) habían sido operados, mientras que 20 (31.7%) no había sido intervenido quirúrgicamente independientemente si no requería tratamiento quirúrgico o estaba en protocolo para el mismo, de estos 22 (34.9%) fueron inmovilizados mientras que 39 (61.9%) no fueron inmovilizados, ya que requirió o no cirugía se preguntó cuántos tuvieron programa de rehabilitación, donde 54 (85.7%) ya la habían recibido , de éstos 11 (17.5%) fueron únicamente prequirúrgicos, 33 (52.4%) fue postquirúrgica y 8 (12.7%) fue ambos, el tiempo de evolución promedio fue de 33.67 meses.

Las mujeres que recibieron tratamiento quirúrgico fueron 36 (73.5%) mientras que 13 (26.5%) no lo habían recibido. El tiempo de evolución promedio fue de 33.6 meses, en cuanto a la inmovilización, 20 (40.8%) fueron inmovilizados y 26 (53.1%) no se inmovilizaron, en cuanto a la rehabilitación las 49 pacientes (100%) tuvieron programa de rehabilitación de las cuales 7 (14.3%) fue prequirúrgica, 22 (44.9%) fue postquirúrgica y 14 (28.6%) recibieron en ambos periodos.

Para describir antecedentes de la población se preguntó de comorbilidades de las cuales se describieron en hombres diabetes en 2 (3.2%), cáncer y alergias 1 (1.6%) paciente cada uno y 59 (93.7%) no tenían ninguna patología de base, y la ingesta de fármacos se presentó de la siguiente manera; 13 (20.6%) si tomaban algún medicamento, de los cuales 8 pacientes tomaban algún tipo de AINE, 2 hipoglucemiantes y 4 otro tipo de medicamento.

En las mujeres las comorbilidades fueron alergias 2 (4.1%) cáncer y ERGE 1 (2%), el resto 45 (91.8%) fueron sanas, de los que presentaban patologías, las que usaron algún tipo de fármaco fueron 14 (28.6%) de los cuales fueron algún AINE en 9 pacientes, 2 tomaban IBP, y otros medicamentos 3.

En hombres en cuanto a la actividad deportiva 42 (66.7%) de los individuos realizaban alguna actividad deportiva. La actividad física de la población previo a la lesión fue inactivo [0 - <10 minutos/semana] 9 (14.3%), insuficiente [\geq 10 - <150 minutos/semana] 10 (15.9%), suficiente [\geq 150 - <300 minutos/semana] 10 (15.9%) y altamente activo [\geq 150minutos/semana] 34 (54%). La intensidad de la actividad física reportada previo a la lesión fue leve 12 (19%) y es aquella

que requiere menos de 3,0 METs; como ejemplos esta ejemplo caminar a un ritmo lento o pausado (2 mph o menos), o actividades ligeras como lavar trastes, planchar, moderada 14 (22.2%) la cual requiere de 3,0 a 5.9 METs; como ejemplo incluye caminar enérgicamente o con un propósito (3 a 4 mph), trapear, limpiar el carro, cortar el césped, juego de golf, bádminton recreativo, basquetbol recreativo, baile de salón y alta 37 (58.7%) o de intensidad vigorosa la cual requiere 6.0 o más MET; los ejemplos incluyen caminar muy rápido (de 4.5 a 5 mph), trote a 5 mph , correr a 7mph, andar en bicicleta en terreno plano a 10-12 mph, jugar soccer recreativo o competitivo, voleibol competitivo, cargar objetos pesados.

En las mujeres 24 (49%) realizaba actividad deportiva en la actividad física 14 (28.6%) eran inactivas, insuficiente 9 (18.4%), activa 8 (16.3%) y activa alta 18 (36.7%).

El nivel de ingresos promedio reportado de acuerdo con la clasificación por parte del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) fue para hombres, bajo 40 (63.5%), medio 23 (36.5%) y alto ninguno, en las mujeres 36 (73.5%) tenían ingreso bajo, 11 (22.4%) medio y 2 (4.1%) alto.

COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS DE LA MASA MAGRA Y MASA GRASA INTERLADO.

Se hizo un análisis usando prueba t de student para saber si existía alguna diferencia significativa entre las características densitométricas específicas de masa magra y masa grasa entre la pierna lesionada y la contralateral en donde ambas variables se observaron una diferencia significativa con mayor masa grasa y menor masa magra en la pierna lesionada comparada con la contralateral. Así mismo la perimetría de muslo se obtuvo una diferencia significativa entre ambas piernas, sin embargo, el intervalo de confianza atraviesa el cero por lo que clínicamente puede no ser significativa. **(Tabla 2 en anexos)**

CORRELACIÓN DE VARIABLES DENSITOMÉTRICAS

Se buscó alguna correlación entre las variables densitométricas de la pierna lesionada con la misma pierna y con la contralateral para lo cual se aplicó una prueba de Pearson encontrando los siguientes datos:

1. Correlación positiva fuerte de la grasa de la pierna lesionada con la contralateral con $r=0.997$ ($p < 0.0001$)

2. Correlación positiva fuerte de masa magra de la pierna lesionada con la contralateral de $r=0.976$ ($p < 0.0001$)
3. No hay correlación entre la masa magra y masa grasa entre la misma pierna lesionada. ($r=0.030$)
4. No hay correlación de EVA con la masa grasa ($r=0.096$) o masa magra ($r=0.130$) de la pierna lesionada

También se realizó una correlación entre las variables densitométricas de la pierna lesionada con el EVA para lo cual no hubo relación significativa tanto con la masa grasa ni la masa magra de la pierna lesionada.

DATOS DE LA EVALUACIÓN CLÍNICA, FUNCIONAL Y DENSITOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN.

Se realizó un nuevo análisis dividiendo la muestra por sexo, utilizando una prueba t de student donde obtuvieron las medias de las variables tanto demográficas como densitométricas relevantes para el estudio; en estas se observa diferencia significativa entre en talla, peso, peso máximo, EVA, KOOS P y ADL, Lysholm, y prácticamente todas las variables densitométricas obtenidas en el estudio excepto área TAV.

El resto de variables analizadas no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el análisis. **(Tabla 3 en anexos)**

DISCUSIÓN

En cuanto a las características epidemiológicas de la población podemos observar que la lesión más frecuente en ambos grupos fueron las lesiones ligamentosas, lo cual coincide con la bibliografía donde se menciona que se presentan en hasta un 44.5%, así mismo coincide con la edad promedio de presentación ya que el rango de edad donde más se presentan estas lesiones es entre los 30-39 años lo cual concuerda con en este trabajo (36).

En cuanto a las variables cualitativas de cuestionarios, KOOS tanto en dolor como en actividades de la vida diaria se observa en mujeres una afectación intermedia, en contraste con los hombres donde el puntaje se acerca más a una afectación leve, sin embargo, en ambos sexos la calidad de vida se ve afectada al momento del estudio. Esto nos puede hablar de estas alteraciones psicológicas como el miedo, y de función que se presentan posterior a una lesión en rodilla como se refiere en el estudio de Gignac donde al valorar el cuestionario de KOOS los valores promedio al momento de la lesión fueron 66.9% comparado con este estudio se presenta entre 59-69% (46) en cuanto a la escala de actividad de Tegner en ambos sexos se

encuentra en un nivel medio siendo actividades de trabajo y actividades recreativas y la escala de Lysholm se encuentra en un parámetro “pobre” en ambos sexos (47)

Otro hallazgo esperado es la mayor proporción de masa magra en hombres lo cual se puede atribuir a un efecto hormonal donde en los hombres la testosterona aumenta la síntesis de proteínas musculares y por ende masa muscular (39) comparado con las mujeres donde la presencia o no de estradiol no modifica la masa muscular (38).

Al comparar el estudio referencia principal previo y otro realizado por Thomas y colaboradores con el estudio presente, se confirman los cambios observados entre la masa magra de la pierna lesionada versus la contralateral donde existe una diferencia significativa con la masa magra que es menor en la pierna lesionada (9) (28). Esto previamente reportado en pacientes con una lesión del ligamento cruzado anterior, sin embargo para pacientes con síndrome patelofemoral se menciona en un meta-análisis que la evidencia es insuficiente (29) ya que la atrofia muscular se observa mediante área transversal medida por resonancia magnética, grosor y volumen por ultrasonido proporción de masa muscular (40) (41), sin

embargo si se tomaba en cuenta la circunferencia del muslo no había diferencia significativa, lo cual es contrario a los resultados de este estudio, donde sí se encontró una reducción significativa en la perimetría del muslo lesionado, pero para lesiones de ligamento cruzado anterior se ha visto según Arangio y cols , que hay una disminución de hasta 18% en la circunferencia de la pierna lesionada (51).

En cuanto a la masa grasa también hubo diferencia significativa, encontrando que existe mayor masa grasa en la pierna lesionada, estos cambios se han descrito como un ciclo donde a menos masa magra con dolor se presenta con mayor masa grasa y esto activa mecanismos inflamatorios que generan un proceso de “músculo hambriento” que por consecuencia genera atrofia (42)(30). Sería útil contrastar la masa magra en las piernas, ya que, en un estudio realizado por Visser y colaboradores, se menciona que pueden existir discrepancias en las correlaciones y no ser equivalentes, secundario a infiltración grasa en el músculo (43).

Con lo mencionado previamente se confirma la hipótesis planteada en el estudio donde existen cambios respecto a la masa magra y masa grasa interlado.

Cabe destacar que al igual que el estudio de referencia (9) no se presentó alguna correlación entre la masa grasa y magra de la misma pierna, es decir no se observó que la masa magra disminuyera y la masa grasa aumentara.

También es importante comentar que no se observó ninguna correlación entre el dolor y la modificación entre la masa magra de la pierna lesionada como se comentaba en la bibliografía previamente descrita (24) (25), incluso Pan y cols. observaron que en pacientes con dolor donde se busca un patrón en la trayectoria de este, ya sea de intensidad leve, moderada o severa presentan menor masa magra los pacientes con mayor dolor por densitometría (30).

Respecto al porcentaje de masa grasa total se han tratado de estandarizar algunos valores para determinar por DXA qué porcentajes se denominarían obesidad encontramos dos estudios, uno determinado en mujeres mexicanas (44) donde se menciona que 35% ya se considera obesidad y otro estudio realizado en 3 diferentes grupos étnicos donde se considera 40% como determinante de obesidad. (45) Tomando en cuenta estos valores en nuestro estudio la población femenina entra en cualquiera de estos rangos, lo que a futuro se muestra con factor

de riesgo para generar osteoartritis, en estos pacientes con antecedente de lesiones de rodilla (34) esto asociado a aumento de carga e inflamación sistémica y también a que posterior a la lesión, estos pacientes no siempre regresan a su actividad deportiva secundario a dolor, limitaciones funcionales o miedo a una re-lesión (46).

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

Como limitaciones del estudio tenemos que la DXA no mide directamente la masa muscular, si no que mide la masa magra o libre de grasa, que es la resta de la masa grasa y el peso total, por lo tanto, no es equivalente e incluso se ha descrito que hay otros métodos, los cuales nos pueden describir mejor la calidad muscular contemplando la posibilidad de que exista infiltración grasa en musculo (37). Al ser este un estudio transversal no se toma en cuenta la progresión del paciente en el tiempo, por lo que hace falta un estudio prospectivo con el cual se pueda valor cambios en la masa magra y masa grasa de las piernas e igual de importante los cuestionarios de percepción del paciente respecto a su enfermedad, donde se esperaría que presenten mejoría. Así mismo es importante tener un grupo control para determinar si la diferencia de masa magra y masa grasa sigue

siendo significativa respecto a individuos sanos. Además, sería deseable realizar un estudio donde se correlacione la fuerza muscular de los músculos extensores de la rodilla con la masa muscular ya que se ha visto que, a pesar de no presentar un área transversal ideal, la contracción isométrica voluntaria máxima tiene una correlación parcial con el vasto intermedio y medial pero una correlación fuerte con cuádriceps global (50) dando a entender que el volumen o masa muscular no está directamente relacionado con la función. También sería deseable realizar un estudio prospectivo donde estos pacientes sean valorados nuevamente y determinar si es la masa magra o la masa grasa lo que los predispone a desarrollar OA. (49) y a su vez valorar fuerza tanto excéntrica como concéntrica ya que se ha visto que esta se llega a recuperar en lesiones de LCA hasta más de 24 meses después y en el caso de meniscos de hasta 12 meses después, lo que predispone a presenta OA, así como re-lesiones. (48)

En cuanto a la parte de percepción del paciente se debe realizar un seguimiento con cuestionarios para verificar si tanto la percepción del dolor disminuye y el retorno a las actividades

físicas y deportivas previas a la lesión se cumplen como lo mencionan Gignac y cols. (46).

En nuestro estudio se utilizó una población amplia en cuanto a patologías de rodilla donde no se solicitó una muestra calculada para cada una y al momento de realizar la discusión con otros estudios similares nos percatamos de que hay discrepancias en los resultados dependiendo de la patología asociada, por ejemplo, al describir la atrofia del musculo cuádriceps (29) por lo que debería realizarse otro estudio donde se analice estas variables divididas por patología.

CONCLUSIÓN

Con este estudio podemos afirmar que existe diferencia entre la composición, medida por DXA, de una pierna con antecedente de lesión de rodilla tanto en masa magra como en masa grasa lo que puede estar ligado a diversos factores, desde la historia natural de la enfermedad, factores inflamatorios, mecánicos o incluso psicológicos y como secuela, acelera un proceso degenerativo en la articulación conocido como osteoartritis, por ello, todas las estrategias rehabilitadoras, deben ir dirigidas a la prevención de la misma, para ello se deben realizar más investigaciones donde se determinen otros factores tales como

cuantificación de la fuerza muscular en músculos clave como cuádriceps y se compare si la diferencia de masa está relacionada con esta función, al complementarse, facilitará la creación de mejores planes de rehabilitación y con ello un mejor pronóstico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Duong, V., Oo, W. M., Ding, C., Culvenor, A. G., & Hunter, D. J. (2023). Evaluation and Treatment of Knee Pain: A Review. *Jama*, 330(16), 1568–1580. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.19675>
2. Cimino, F., & Volk, B. S. (2010). *Anterior Cruciate Ligament Injury: Diagnosis, Management, and Prevention*.
3. Aldaco-García VD, Chávez-Covarrubias G, Escobar-Rodríguez D, Estrada-Malacón C, Pérez-Hernández C, Monroy-Centeno J, Mendoza-de-la-Cruz JR, V.-F. AA. (2017). Diagnóstico y Tratamiento de las Lesiones Ligamentarias Traumáticas En Rodilla. *Catálogo Maestro CENETEC*, 1, 1–41. http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/007_GPC_CirculacionArtPerif/IMSS_007_08_EyR.pdf
4. Rosenthal, M. D., Rainey, C. E., Tognoni, A., & Worms, R. (2012). Evaluation and management of posterior cruciate ligament injuries. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.03.016>
5. Andrews, K., Lu, A., Mckean, L., & Ebraheim, N. (2017). Review: Medial collateral ligament injuries. *Journal of Orthopaedics*, 14(4), 550–554. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2017.07.017>
6. Grawe, B., Schroeder, A. J., Kakazu, R., & Messer, M. S. (2018). Lateral collateral ligament injury about the knee: Anatomy, evaluation, and

management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 26(6), e120–e127. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00028>

7. Vaquero, J., & Forriol, F. (2012). Knee chondral injuries: Clinical treatment strategies and experimental models. *Injury*, 43(6), 694–705. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.06.033>

8. Hurst, J. M., Steadman, J. R., O'Brien, L., Rodkey, W. G., & Briggs, K. K. (2010). Rehabilitation Following Microfracture for Chondral Injury in the Knee. *Clinics in Sports Medicine*, 29(2), 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2009.12.009>

9. Murrieta, F. R. (2023). Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas [Tesis de Especialidad]. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2023/julio/0842974/Index.html>

10. American College of Sports Medicine. (2013). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins.

11. Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics.

12. Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688.

13. Liu, C. J., & Latham, N. K. (2014). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).

14. Stokes, M., & Young, A. (1984). The contribution of reflex inhibition to arthrogenous muscle weakness. *Clinical Science*, 67(1), 7-14.

15. Mayer, J. M., Nuzzo, J. L., & Dagenais, S. (2015). Use of magnetic resonance imaging to evaluate muscle atrophy in lumbar spinal stenosis. *World Journal of Radiology*, 7(10), 300-306.
16. Satchek, J. M., Ohtsuka, A., McLary, S. C., & Goldberg, A. L. (2007). IGF-1 stimulates muscle growth by suppressing protein breakdown and expression of atrophy-related ubiquitin ligases, atrogin-1 and MuRF1. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 293(2), E319-E329.
17. Genton, L., Hans, D., Kyle, U. G., & Pichard, C. (2002). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition: differences between devices and comparison with reference methods. *Nutrition*, 18(1), 66-70.
18. Nana, A., Slater, G. J., Hopkins, W. G., & Burke, L. M. (2015). Effects of daily activities on DXA body composition measurements and implications for monitoring athletes. *Journal of Sports Sciences*, 33(18), 2016-2024.
19. Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B. (2009). Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PloS one*, 4(9), e7038.
20. Felson, D. T. (2006). Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis and Cartilage*, 14(3), 79-86.
21. Segal, N. A., Glass, N. A., Torner, J., Yang, M., Felson, D. T., Sharma, L., ... & Lewis, C. E. (2012). Quadriceps weakness predicts risk for knee joint space narrowing in women in the MOST cohort. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18(6), 769-775.
22. Sims, N. A., & Walsh, N. C. (2008). Intercellular cross-talk among bone cells: new factors and pathways. *Current Osteoporosis Reports*, 6(1), 48-54.
23. Ericsson, Y. B., McGuigan, F. E., & Akesson, K. E. (2021). Knee pain in young adult women- associations with muscle strength, body composition and

- physical activity. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04517-w>
24. Stagi, S., Iruiria, A., Rosales Rafel, J., Cabras, S., Buffa, R., Carrasco-Marginet, M., Castizo-Olier, J., & Marini, E. (2021). Segmental body composition estimated by specific BIVA and dual-energy X-ray absorptiometry. *Clinical Nutrition*, 40(4), 1621–1627. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.02.043>
25. Thomas, A., Wojtys, E., Brandon, C., & Palmieri-Smith, R. (2016). Muscle Atrophy Contributes to Quadriceps Weakness after ACL Reconstruction. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(1), 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.009>
26. Giles, L. S., Webster, K. E., McClelland, J. A., & Cook, J. (2013). Does quadriceps atrophy exist in individuals with patellofemoral pain? A systematic literature review with meta-analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(11), 766–776. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4833>
27. Pan, F., Tian, J., Scott, D., Cicutini, F., & Jones, G. (2021). Muscle function, quality, and relative mass are associated with knee pain trajectory over 10.7 years. *Pain*, 163(3), 518525. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002383>
28. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child*. 2006;91(7):612-7
29. Duren, D. L., Sherwood, R. J., Czerwinski, S. A., Lee, M., Choh, A. C., Siervogel, R. M., & Chumlea, W. C. (2008). Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. *Journal Of Diabetes Science And Technology*, 2(6), 1139-1146. <https://doi.org/10.1177/193229680800200623>
30. Ceniccola, G. D., Castro, M. G., Piovacari, S. M. F., Horie, L. M., Corrêa, F. G., Barrere, A. P. N., & Toledo, D. O. (2019). Current technologies in body

composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*, 62, 25-31.

<https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.028>

31. Toomey, Clodagh & Cremona, Alexandra & Hughes, Katie & Norton, Catherine & Jakeman, Philip. (2015). A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *Topics in clinical nutrition*. 30. 16-32. 10.1097/TIN.0000000000000017

32. Dannhauer T, Ruhdorfer A, Wirth W, Eckstein F. Quantitative relationship of thigh adipose tissue with pain, radiographic status, and progression of knee osteoarthritis: longitudinal findings from the osteoarthritis initiative. *Invest Radiol* 2015;50:268–74

33. Majewski, M., Susanne, H., & Klaus, S. (2006). Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee/The Knee*, 13(3), 184-188. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.01.005>

34. Segal, N. A., Glass, N. A., Baker, J. L., & Torner, J. C. (2009). Correcting for Fat Mass Improves DXA Quantification of Quadriceps Specific Strength in Obese Adults Aged 50–59 Years. *Journal Of Clinical Densitometry*, 12(3), 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2008.11.003>.

35. Melton, L. J., III, Khosla, S., Crowson, C. S., O'Connor, M. K., O'Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Epidemiology of Sarcopenia. *Journal Of The American Geriatrics Society*, 48(6), 625-630. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2000.tb04719.x>

36. Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Current Opinion In Clinical Nutrition And Metabolic Care*, 7(4), 405-410. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000134362.76653.b2>

37. Jan, M., Lin, D., Lin, J., Lin, C. J., Cheng, C., & Lin, Y. (2009). Differences in Sonographic Characteristics of the Vastus Medialis Obliquus between Patients with Patellofemoral Pain Syndrome and Healthy Adults. *The American Journal Of*

<https://doi.org/10.1177/0363546509333483>.

38. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Am J Sports Med.* 2011;39:1450-1455. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546511401183>

39. Ronti T, Lupattelli G, Mannarino E. The endocrine function of adipose tissue: an update. *Clin Endocrinol* 2006;64:355–65.

40. Visser AW, de Mutsert R, Loef M, Le Cessie S, den Heijer M, Bloem JL, Reijnierse M, Rosendaal FR, Kloppenburg M; Group NEOS. The role of fat mass and skeletal muscle mass in knee osteoarthritis is different for men and women: the NEO study. *Osteoarthritis Cartilage* 2014;22:197–202.

41. C. Velazquez-Alva Mdel, M.E. Irigoyen-Camacho, R. Huerta-Huerta, J. Delgadillo-Velazquez. A comparison of dual energy x-ray absorptiometry and 2 bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat-free mass index in a group of Mexican young women. *Nutr Hosp.*, 29 (2014), pp. 1038-1046

42. D. Gallagher, S.B. Heymsfield, M. Heo, S.A. Jebb, P.R. Murgatroyd, Y. Sakamoto. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.*, 72 (2000), pp. 694-701

43. Gignac MA, Cao X, Ramanathan S, et al. Perceived personal importance of exercise and fears of re-injury: a longitudinal study of psychological factors related to activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2015;7:4. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-7-4>

44. Wright, R. W. (2009). Knee injury outcomes measures. *Journal Of The American Academy Of Orthopaedic Surgeons*, 17(1), 31-39. <https://doi.org/10.5435/00124635-200901000-00005>

45. Tayfur, B., Charupongsang, C., Morrissey, D., & Miller, S. C. (2020). Neuromuscular Function of the Knee Joint Following Knee Injuries: Does It Ever Get Back to Normal? A Systematic Review with Meta-Analyses. *Sports Medicine*, 51(2), 321-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01386-6>
46. Kumar, D., Link, T. M., Jafarzadeh, S. R., LaValley, M. P., Majumdar, S., & Souza, R. B. (2021). Association of Quadriceps Adiposity With an Increase in Knee Cartilage, Meniscus, or Bone Marrow Lesions Over Three Years. *Arthritis Care & Research*, 73(8), 1134-1139. <https://doi.org/10.1002/acr.24232>
47. Kuenze, C. M., Blemker, S. S., & Hart, J. M. (2016). Quadriceps function relates to muscle size following ACL reconstruction. *Journal Of Orthopaedic Research*, 34(9), 1656-1662. <https://doi.org/10.1002/jor.23166>
48. Arangio, G. A., Chen, C., Kalady, M., & Reed, J. F. (1997). Thigh Muscle Size and Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Rehabilitation. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy/Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 26(5), 238-243. <https://doi.org/10.2519/jospt.1997.26.5.238>
49. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Hubbard VS. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiological surveys. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(2):331-40.
50. Frisard MI, Greenway FL, Delany JP. Comparison of methods to assess body composition changes during a period of weight loss. *Obes Res*. 2005;13(5):845-54.
51. Roche AF, Siervogel RM, Chumlea WC., Webb P. Grading body fatness from limited anthropometric data. *Am J Clin Nutr*. 1981;34(12):2831-8.

ANEXOS

Tabla 1 Definiciones operacionales

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Instrumento o escala	Tipo de variable	Unidad de medida
Lesiones articulares de rodilla	Lesiones que provocan alteraciones en la articulación.	Tipo de lesión	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	Síndrome patelofemoral 1 Meniscompatías 2 Lesiones ligamentarias 3 Lesiones condrales 4
Edad	Años transcurridos en la vida de una persona desde el nacimiento hasta el momento de la inclusión.	Número de años desde el nacimiento al ingreso.	Evaluación clínica	Cuantitativa, continua, de razón	Años
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a un hombre o a una mujer.	Hombre / Mujer	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Hombre / Mujer
Talla	Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza	Se medirá al paciente al momento de la evaluación	Estadimetro	Cuantitativa, continua, de razón	Metros
Peso	Masa corporal total de un individuo.	Se pesará al paciente al momento de la evaluación	Báscula	Cuantitativa, continua, de razón	Kg
Índice de masa corporal (IMC)	Relación entre el peso y la estatura de una persona.	Calculada con el peso y talla	Báscula y estadimetro	Cuantitativa, continua, de razón	Kg/m2
Actividad laboral	Actividad ejercida con remuneración o beneficio	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	Tipo de actividad
Intensidad ocupacional	Grado de índice metabólico realizado durante la actividad laboral	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, ordinal	Leve Moderada Vigorosa
Nivel de ingresos	Nivel de ingresos en el hogar de acuerdo con el INEGI.	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, ordinal	Clase baja Clase media Clase alta

Lesión	Lesión de una o múltiples estructuras de la rodilla.	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Única Mixta
Fecha de lesión	Fecha en que ocurrió la lesión	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal	dd/mms/aaaa
Tiempo de evolución	Tiempo en que ocurrió la lesión y la fecha de registro	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cuantitativa, discreta	Meses
Mecanismo de lesión	Circunstancias que causaron la lesión	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	Valgo forzado 1 Varo forzado 2 Rotación 3 Otros 4 Extensión 5 Contusión directa 6
Tipo de tratamiento	Tipo de intervención que se aplicó en el paciente	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	Conservador 1 Quirúrgico 2 Quirúrgico + Rehabilitación 3
Tiempo de inmovilización	Tiempo que duró la inmovilización posterior al tratamiento quirúrgico	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cuantitativa, continua, de razón	Semanas
Tratamiento rehabilitación	Describe si el paciente tuvo rehabilitación	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Tipo de intervención de rehabilitación	Describe el momento en el que el paciente tuvo rehabilitación	Descrita en expediente	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Prequirúrgico Postquirúrgico Ambos
Tratamiento quirúrgico	Describe si al paciente se le realizó una cirugía	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Diagnóstico por imagen RM	Diagnóstico establecido por medio de una resonancia magnética	Descrita en expediente	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal	Meniscopatía, LLCA, LLCP, Multiligamentari as, Lesión condral Sx. Patelo femoral

Actividad física	Antecedente de actividad física	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, ordinal	Inactivo 1 Insuficientemente activo 2 Suficientemente activo 3 Activo alto 4
Intensidad de la actividad física	Grado de índice metabólico realizado durante la actividad deportiva	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, ordinal	Leve Moderada Vigorosa
Actividad deportiva previa a la lesión	Describe si el paciente realizaba algún deporte previo a su lesión 150 m mod - alta intensidad	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Escala de Actividad física y deportiva de Tegner	0-10 dependiendo de la actividad del paciente	Recabada en la evaluación	Evaluación clínica	Cualitativa ordinal	0-10
Deportista	Describe si el paciente practica práctica algún deporte	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Control nutricional	Describe su durante su tratamiento tuvo control nutricional	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Comorbilidades	Antecedentes de alguna enfermedad	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	Hipertensión arterial 1 Diabetes Mellitus tipo 2 Cáncer 3 Patologías Tiroideas 4 Dislipidemias 5
Uso de fármacos	Describe si el paciente utiliza algún fármaco	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si No
Tipo de fármacos	Tipo de fármacos utilizados por el paciente	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal, politómica	AINE Corticoesteroides Estatinas Hipoglucemiantes orales, Otros
Antecedente de lesiones	Describe si el paciente ha tenido alguna	Descrita en interrogatorio	Evaluación clínica	Cualitativa, nominal,	Si

	lesión de rodilla			dicotómica	No
Contenido de grasa	Contenido de masa grasa expresada en gramos	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos
Contenido de masa magra	Contenido de masa muscular expresada en gramos	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos
Pierna derecha/izquierda	Valor por segmento de tejido analizado	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos
Tronco	Valor por segmento de tejido analizado	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos
Total	Valor por segmento de tejido analizado	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos
Porcentajes	Valor por segmento de tejido analizado	Obtenida por densitometría	Variable densitométrica	Cuantitativa, continua, de razón	Kilogramos

Gráfica 1 Correlación de la masa grasa y masa magra de la pierna lesionada y la contralateral Valor de r2 y P de la regresión lineal.

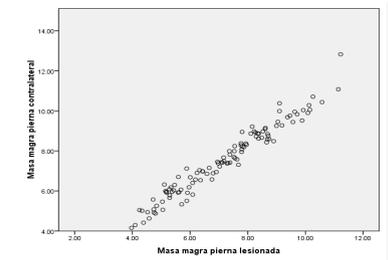
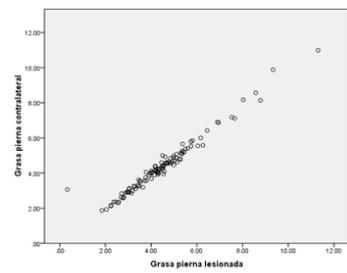


Tabla 2 Características descriptivas clínicas y densitométricas. Valor-P de la prueba t-student.

	Rodilla lesionada	Rodilla contralateral	Significancia	IC 95%	
	n=112(m± DS)	n= 112 (m ± DS)		Inferior	Superior
Masa magra pierna (kg)	7.19 ± (1.75)	7.55 ± (1.7)	0.0001	-	-
Masa grasa pierna (kg)	4.47± (1.60)	4.36 ± (1.54)	0.002	0.04104	0.16934
Perimetría muslo (cm)	47.20 ± (4.40)	48.48 ± (4.4)	0.0001	-1.60	0.90

Tabla 3 Características descriptivas de la población entre hombres y mujeres. Valor-p de la prueba t-student.

9	MUJERES n:49	HOMBRES n:63	Significancia	IC 95%	
	(M ± DE)	(M ± DE)		Inferior	Superior
Edad (años)	33.48 ± (9.98)	30.41 ± (8.17)	0.076	-6.47	0.32
Talla (m)	1.58 ± (0.081)	1.72 ± (0.078)	0.0001	0.11	0.17
Peso (kg)	69.14 ± (14.56)	78.7± (12.19)	0.0001	4.62	14.65
IMC* (kg/m²)	27.90 ± (6.27)	26.38 ± (3.43)	0.106	-3.36	0.32

Peso máximo (kg)	72.73 (16.73)	±	82.86 (13.92)	±	0.001	4.33	15.82
Tiempo de evolución (meses)	33.67 (36.72)	±	23.77 (30.05)	±	0.120	-22.40	2.609
EVA** (mm)	38.93 (25.79)	±	28.34 (20.70)	±	0.018	-12.29	-1.88
KOOS*** Dolor	59.48 (20.18)	±	69.90 (68.80)	±	0.006	2.99	17.90
KOOS*** Actividades de la vida diaria	59.51 (23.57)	±	72.50 (21.14)	±	0.003	4.59	21.38
KOOS*** Calidad de vida	35.52 (21.80)	±	40.36 (23.79)	±	0.270	-3.82	13.50
Escala de actividad Tegner Pre-lesión	4.28 ± (2.13)		5.1 ± (2.26)		0.052	-0.008	1.65
LYSHOLM	59.93 (19.59)	±	69.95 (19.90)	±	0.009	2.55	17.47
Perimetría muslo lesionado (cm)	47.68 (5.58)	±	46.83 ± (4.18)		0.361	-2.67	0.98
Perimetría muslo contralateral (cm)	56.97± (57.01)		48.25 ± (3.99)		0.229	-22.97	5.54
% Grasa corporal total	42.15 (5.96)	±	30.20 ± (5.42)		0.0001	-14.09	-9.81
Área TAV (cm²)	124.35 (58.31)	±	114.41 (49.06)	±	0.329	-30.06	10.17
Masa magra/Altura (kg/m²)	14.63 (1.78)	±	16.73 ± (2.46)		0.0001	1.26	2.91

Apendicular	6.04 ± (0.84)	7.76 ± (0.87)	0.0001	1.40	2.05
Masa magra /Altura (kg/m²)					
Masa grasa total (kg)	29.22 ± (9.45)	23.60 ± (6.74)	0.0001	-8.65	-2.58
Masa magra total (kg)	36.85 ± (6.03)	50.96 ± (7.03)	0.0001	11.60	16.60
Masa grasa pierna lesionada (kg)	5.22 ± (1.65)	3.88 ± (1.29)	0.0001	-1.89	-0.78
Masa grasa pierna contralateral (kg)	5.07 ± (1.65)	3.81 ± (1.18)	0.0001	-1.79	-0.72
Masa magra pierna lesionada (kg)	5.78 ± (1.19)	8.28 ± (1.26)	0.0001	2.03	2.97
Masa magra pierna contralateral (kg)	6.13 ± (1.11)	8.64 ± (1.25)	0.0001	2.05	2.95

*Índice de masa corporal. ** Escala Visual Análoga. *** Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score.

Instituto Nacional de Rehabilitación

Cuestionario de recolección de datos

Nombre: _____ Expediente: _____

Masculino / Femenino Edad: _____ Talla (m): _____ Peso (kg): _____

IMC: ____ Circunferencia de muslo (cm): _____ Diagnóstico: _____

Diagnóstico por resonancia magnética: _____

Comorbilidades: _____

¿Se ha lesionado la rodilla antes? Si No

¿Utiliza algún fármaco? Si No / Tipo: _____

Nivel educativo Básico / Medio superior / Superior

Nivel de ingresos Bajo < 10 000 / Medio media 10 000 a 48 000 / Alta > 48 000

1.- ¿Realiza actividad física ?

Inactivo 0 - <10 m/sm / Insuficientemente activo ≥ 10 - <150 m/sm

Suficientemente activo ≥ 150 - <300 m/sm / Activo alto ≥ 150 m/sm

Intensidad: Leve <3 METs / Moderada 3 - <6 METs / Alta o Vígorsa ≥ 6 METs

Actividad deportiva (150 m mod - alta intensidad) Si / No

2.- Tipo de tratamiento: Conservador Quirúrgico Quirúrgico + Rehabilitación

Prequirúrgico Postquirúrgico inmediato Postquirúrgico tardío

Tiempo de inmovilización : _____ semanas

3.- ¿Llevó rehabilitación ? Si / No Prequirúrgica Postquirúrgica

4.- Técnica quirúrgica: _____

5.- Tiempo entre lesión y cirugía : <6 meses 6 - <12 meses ≥ 1 año - <2 años

≥ 2 años - < 5 años ≥ 5 años

6.- Lesión: Única Mixta Mecanismo de lesión: _____

7.- ¿Llevó control nutricional posterior a su lesión Si / No

8.- ¿Llevó control nutricional posterior a su cirugía Si / No

9.- ¿Cuál fue el peso máximo que ha tenido? ____ Por cuánto tiempo: _____ mes/años

10.- ¿Cuánto tiempo lleva laborando en su ocupación actual?

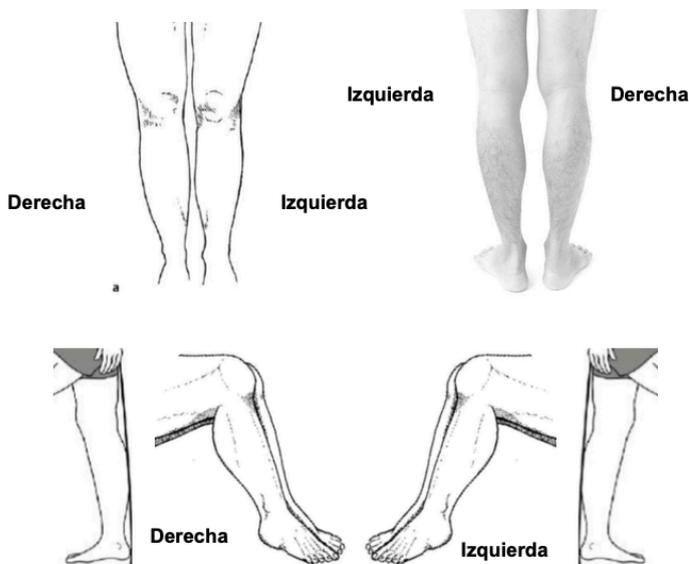
11.- Intensidad ocupacional. Leve. () Moderada. () Vigorosa. ()

12.- Dolor. Trace una cruz sobre la línea indicando la intensidad del dolor en las últimas 4 semanas

Nada de dolor

Máximo dolor

En el dibujo marque la zona donde se encuentra su dolor



13.- Arcos de movilidad: Flexión / Extensión /

Escala Tegner/Lysholm

Este cuestionario ha sido diseñado para dar información a su médico acerca de cómo el dolor de rodilla ha afectado su capacidad para desenvolverse en su vida diaria. Por favor, conteste a todas las preguntas indicando la casilla que mejor describa su condición actual. Las diferentes secciones del cuestionario se refieren al estado de su rodilla en las últimas 4 semanas. Por favor en cada pregunta seleccione **sólo una** de las opciones

1- Cojera

- No cojeo cuando camino.
- Tengo una cojera leve o periódica cuando camino.
- Tengo una cojera severa y constante cuando camino.

2. Uso de bastón o muletas.

- No utilizo bastón ni muletas.
- Uso un bastón o muletas.
- No puedo apoyar mi pierna, no camino.

3. Sensación de bloqueo en la rodilla (se traba y no puedo moverla).

- No tengo bloqueo ni sensación de atrapamiento en mi rodilla.
- Tengo sensación de atrapamiento, pero no de bloqueo en mi rodilla.
- Mi rodilla se bloquea de vez en cuando.
- Mi rodilla se bloquea con frecuencia.
- Mi rodilla está bloqueada en este mismo momento.

4 – Sensación de inestabilidad.

- Nunca
- Rara vez, solo con actividades intensas, la rodilla se me vence
- Frecuentemente ante actividades intensas y no puedo participar en estas actividades.
- Ocasionalmente durante las actividades diarias.
- Frecuentemente durante las actividades diarias.
- Mi rodilla se vence a cada paso que doy.

5- Dolor.

- No tengo dolor en mi rodilla.
- Tengo dolor leve en la rodilla durante el ejercicio intenso.
- Tengo dolor en la rodilla durante las actividades vigorosas.
- Tengo dolor en la rodilla después de caminar más de 1 km.
- Tengo dolor en la rodilla al de caminar menos de 1 km.
- Tengo dolor siempre en mi rodilla.

6- Hinchazón.

- No tengo la rodilla hinchada
- Tengo hinchazón en mi rodilla solo después de ejercicio intenso.
- Tengo hinchazón en mi rodilla después de las actividades diarias.
- Tengo hinchazón constantemente en mi rodilla.

7 - Subir escaleras.

- No tengo problemas para subir escaleras.
- Tengo problemas leves para subir escaleras.
- Puedo subir escaleras subiendo un pie y luego el otro.
- Subir escaleras es imposible para mí.

8- Ponerse en cuclillas.

- No tengo problemas en cuclillas.
- Tengo problemas leves al ponerme en cuclillas.
- No puedo agacharme más allá de 90°.
- Agacharse es imposible debido a mi rodilla.

Escala de Tegner	<input type="radio"/> Nivel 10	Deporte profesional (soccer a nivel nacional o internacional)
	<input type="radio"/> Nivel 9	Deporte profesional a nivel de división (soccer de división, gimnasia, lucha libre, hockey)
	<input type="radio"/> Nivel 8	Deporte profesional a un nivel moderado (atletismo - salto, squash, ski, bádminton)
	<input type="radio"/> Nivel 7	Deporte profesional (tenis, baloncesto, carrera, balonmano, motociclismo) Deporte recreativo (soccer, atletismo - salto, squash, hockey, trail)
	<input type="radio"/> Nivel 6	Deporte recreativo (tenis, baloncesto, carrera al menos 5 veces por semana)
	<input type="radio"/> Nivel 5	Deporte profesional (ciclismo, ski fondo) Deporte recreativo (carrera en terreno irregular al menos 2 veces por semana) Trabajo pesado (construcción, jardinería)
	<input type="radio"/> Nivel 4	Deporte recreativo (ciclismo, carrera en terreno regular al menos 2 veces por semana) Trabajo moderado (conductor de camión, trabajo doméstico pesado)
	<input type="radio"/> Nivel 3	Deporte profesional o recreativo (natación) Trabajo físico no pesado (enfermera, comercio) Puede caminar por bosque o montaña
	<input type="radio"/> Nivel 2	Trabajo ligero (puede caminar en terreno irregular pero no en bosque)
	<input type="radio"/> Nivel 1	Trabajo sedentario Puede caminar por terreno regular
	<input type="radio"/> Nivel 0	Enfermo, pensionado o discapacidad por causa de la rodilla

Encuesta KOOS-12 sobre la rodilla

Dolor

P1. ¿Qué tan seguido siente dolor en la rodilla?

Nunca 0 Una vez al mes 1 Una vez a la semana 2 A diario (Una vez al día) 3 Siempre 4

¿Cuánto dolor de rodilla ha experimentado usted en la última semana (los 7 días previos) al realizar las siguientes actividades?

P2. Al caminar en una superficie plana

No tengo 0 Leve 1 Moderado 2 Severo/Fuerte 3 Muy severo/Extremo 4

P3. Al subir o bajar las escaleras

No tengo 0 Leve 1 Moderado 2 Severo/Fuerte 3 Muy severo/Extremo 4

P4. Al estar sentado o recostado

No tengo 0 Leve 1 Moderado 2 Severo/Fuerte 3 Muy severo/Extremo 4

Actividades diarias

Las siguientes preguntas indagan sobre sus actividades físicas diarias. Es decir, su capacidad de moverse y valerse por sí mismo. Para cada una de las actividades mencionadas a continuación, indique el grado de dificultad experimentado en la última semana (los 7 días previos) con respecto a su rodilla.

A1. Al levantarse después de estar sentado

No tengo 0 Leve 1 Moderada 2 Severa/Grave 3 Muy severa/Extrema 4

A2. Al estar de pie

No tengo 0 Leve 1 Moderada 2 Severa/Grave 3 Muy severa/Extrema 4

A3. Al subir o bajar de un carro (auto)

No tengo 0 Leve 1 Moderada 2 Severa/Grave 3 Muy severa/Extrema 4

A4. Girar/impulsarse sobre la rodilla afectada

No tengo 0 Leve 1 Moderada 2 Severa/Grave 3 Muy severa/Extrema 4

Calidad de vida

Q1. ¿Qué tan seguido es consciente del problema de su rodilla?

Nunca 0 Una vez al mes 1 Una vez a la semana 2 A diario (Una vez al día) 3 Siempre 4

Q2. ¿Ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que podrían dañar su rodilla?

Para nada 0 Levemente 1 Moderadamente 2 Drásticamente 3 Totalmente 4

Q3. ¿Qué tan preocupado está usted con la falta de seguridad de su rodilla?

Para nada 0 Levemente 1 Moderadamente 2 Drásticamente 3 Totalmente 4

Q4. En general: ¿Cuánta dificultad tiene con su rodilla?

No tengo 0 Leve 1 Moderado 2 Severo 3 Muy severo 4



Ciudad de México, a ____ de _____ de 20__

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas, el cual forma parte del proyecto amplio: *Cuantificación de cambios en la composición corporal en sujetos con gonalgias crónicas asociadas a lesiones articulares de rodillas.*

Número Registro INRLGI: **40/23 SP-1**

Nombre del Investigador Principal: **Dr. Salvador Israel Macías Hernández**

Nombre de la persona que participará en la Investigación: _____

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, nos gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: “**Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas**”. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no entienda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (familiares y/o médico tratante) sobre esta investigación.

1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?

Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, específicamente en el servicio de Rehabilitación del Deporte ubicado en la planta baja del edificio de rehabilitación consulta externa consultorios 38, 40 y 41 y en el área de densitometría.

2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?

Esta investigación tiene como propósito conocer si el dolor en su rodilla o rodillas ha cambiado la composición de su cuerpo, es decir, si ha tenido aumento de grasa, disminución del músculo o del hueso; ya que el dolor que se padece por largo tiempo lleva cambios en las actividades, la forma en que caminamos y la capacidad para hacer ejercicio. Estos cambios se medirán con un aparato llamado densitómetro y un estudio que se llama densitometría.

3. ¿Por qué es importante esta investigación?

Esta investigación es importante ya que nos dará información sobre cómo cambia nuestro cuerpo cuando tenemos dolor en la rodilla durante mucho tiempo, y cómo este dolor modifica la cantidad de grasa y músculo del cuerpo.



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



Instituto Nacional
de Rehabilitación
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
Comité de Ética en Investigación

4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación porque:

- Es una persona que tiene dolor en una o sus dos rodillas de más de 3 meses de duración,
- Tiene un diagnóstico de lesiones de ligamentos, meniscos o del cartílago de la rodilla,
- Tiene entre 18 y 50 años
- Ya le realizaron una resonancia magnética, unos rayos X y está siendo tratado en este Instituto, independientemente de haber sido operado o no.

5. ¿Estoy obligado a participar?

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá cambio alguno en su atención si decide no participar en la investigación, y **no cambiará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?

Su participación consistirá en lo siguiente:

Se le dará una cita, usted acudirá un solo día, durante esa cita se hará lo siguiente:

- Se le aplicarán varios cuestionarios sobre su dolor en la rodilla y el impacto en sus actividades.
- Se le realizará una revisión física completa enfocada en su rodilla
- Se le realizará un estudio de densitometría.

El tiempo total promedio que le dedicará al protocolo es de una hora. El estudio de densitometría dura en promedio 10-15 minutos.

7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?

Usted no tendrá un beneficio directo.

8. ¿Existe alguna alternativa que pueda proporcionarme mayor beneficio de lo que me propone esta Investigación?

Este apartado no aplica, debido a que no se está proponiendo ningún nuevo tratamiento y por lo tanto no se puede hablar de alternativas; esta investigación es meramente informativa, es decir, sólo nos arrojará datos para poder analizarlos.

9. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?

El único riesgo que conlleva esta investigación es la exposición a mínimas cantidades de radiación, lo cual es igual o menor a realizarse un estudio de rayos X (una sola radiografía).



10. ¿Tendré alguna molestia durante y/o después de mi participación?

La prueba de densitometría no produce dolor u alguna otra molestia, en caso de tener dolor en la rodilla en el momento del estudio podría sentir molestia al subir o bajar del densitómetro, que es como subir a la camilla de exploración de un consultorio médico. En la exploración física de su rodilla al igual que cuando se revisa en una consulta médica, puede presentar dolor cuando el médico toca su rodilla, esto es muy similar a la exploración que se realiza de rutina cuando le revisa el médico.

11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?

Al participar en esta investigación usted no será compensado de ninguna forma.

12. ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?

Se le informa que la revisión y la densitometría no tendrán costo para usted y serán pagados por el presupuesto de la investigación.

Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que no tengan ninguna relación con la presente investigación, deberán ser pagados por usted.

13. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad de sus tratamientos y la atención que como paciente le otorga el Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

14. ¿En qué casos se me puede suspender de la Investigación?

En caso de que usted en algún momento durante la revisión médica o la realización de la densitometría decida no continuar su participación se puede retirar.

15. ¿Qué sucede cuando la Investigación termina?

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que sus datos no personales e información médica pueden ser usadas para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

Los resultados individuales de su composición corporal le serán entregados y explicados.



16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de esta, por favor contacte a los investigadores principales:

- Dr. Salvador Israel Macías Hernández, Jefe de Servicio de Rehabilitación del Deporte, teléfono 5559991000 Ext. 13114, horario laboral: lunes a viernes de 8:00 a 15:00 horas, correo electrónico: simacias@inr.gob.mx
- Dra. Eva Cruz Medina, Médico Adscrito de Rehabilitación del Deporte, teléfono 5559991000 Ext. 13141, horario laboral: lunes a viernes de 8:00 a 15:00 horas, correo electrónico: ecruz@inr.gob.mx
- Dra. Lya Contreras del Toro, Médico Adscrito de Rehabilitación del Deporte, teléfono 5559991000 Ext. 13142, horario laboral lunes a viernes de 8:00 a 15:00 horas.

Aclaraciones:

- Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.
- Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la Investigación.
- En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- En el caso de que el participante en la investigación se trate de un menor a partir de los 6 años, por favor de lectura al Asentimiento Informado anexo a este documento, para que el menor lo comprenda y autorice.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



Instituto Nacional
de Rehabilitación
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
Comité de Ética en Investigación

FIRMA DE CONSENTIMIENTO

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada: **Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas,**

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de riesgo mínimo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de _____.

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE
PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL
(según aplique, se requiere identificación)

NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

TESTIGOS

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.

 Instituto Nacional
de Rehabilitación
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
Comité de Ética en Investigación

Formato aprobado por el pleno del Comité de Ética en Investigación para el proyecto con número de registro definitivo 40/23 SP-1. No puede sufrir modificaciones.



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD

**Instituto Nacional
de Rehabilitación**
Luis Guillermo Ibarra Ibarra

Comité de Investigación
20 CI 09 013 029

INRLGII/CI/274/23
Ciudad de México a 30 de mayo de 2023

DRA. SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ
INVESTIGADOR PRINCIPAL
PRESENTE

En respuesta a la solicitud que usted envió a este comité para la revisión del sub-proyecto titulado: **Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas**, el cual forma parte del protocolo amplio: *Cuantificación de cambios en la composición corporal en sujetos con ganglios crónicos asociadas a lesiones articulares de rodillas* le informo lo siguiente:

Una vez que esta investigación fue aprobada metodológicamente, el proyecto fue turnado, revisado y aprobado por el *Comité de Ética en Investigación* de nuestro Instituto, por lo que el Comité de investigación emitió el siguiente dictamen:

Estatus del proyecto:	APROBADO
Número de registro definitivo:	INRLGII 40/23 SP-1
Investigador principal:	Salvador Israel Macías Hernández
Investigadores asociados:	Eva Cruz Medina Lya Contreras del Toro Tania Inés Nava Bringas Florentino Rafael Murrieta Mares Gallegos Herrera Andrea del Pilar Valeria Velázquez Quezada

De acuerdo con los datos declarados en el **cronograma de actividades del proyecto de investigación**, el término de la vigencia es el **15 de diciembre de 2024** y es requisito informar los avances del protocolo, así como cualquier otro asunto relacionado con el mismo, en los meses junio y diciembre, **en el formato F01-PR-DI-04 Hoja de Seguimiento de Protocolos de Investigación**, el cual se encuentra disponible en la página electrónica del INRLGII.

En el caso de los protocolos que incluyan pacientes, un requisito adicional es dar cumplimiento al procedimiento: *Evaluación de Satisfacción del Paciente participante* en

1/2



2023
Fráncisca
VILLA



protocolo de investigación que se encuentra disponible en la página del INR, en la sección de documentos ISO, en el apartado de Investigación y cuyos resultados deberán presentarse en tiempo y forma según lo establecido.

Si se trata de un protocolo con financiamiento de la industria, éste deberá contar con convenio administrativo, el cual debe ser sancionado por el área jurídica de este Instituto.

Si se trata de un estudio clínico deberá establecer un **Plan de Mitigación del Riesgo** a los sujetos de investigación, evaluando métodos alternativos de seguridad para el seguimiento del protocolo de investigación, de acuerdo a las **Medidas extraordinarias en relación a Estudios Clínicos ante la Pandemia de COVID-19** publicadas por COFEPRIS y le sugerimos consulte en: <https://www.gob.mx/cofepris/es/articulos/medidas-extraordinarias-en-relacion-a-estudios-clinicos-ante-la-pandemia-de-covid-19?idiom=es>.

Agradezco su contribución y tengo la seguridad de que su investigación se traducirá en aportaciones científicas relevantes reflejadas en publicaciones de alto impacto.

Aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. LUIS CAMILO RÍOS CASTAÑEDA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Carta de aprobación del protocolo:
INRLGII 40/23 SP-1 Estudio exploratorio transversal de los cambios en la composición corporal en sujetos con lesiones articulares de rodillas.

2/2

