



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
ESPECIALIDAD EN:

MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

ASOCIACIÓN ENTRE EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA Y LA CALIDAD MUSCULAR EN ADULTOS DE 30 A 60 AÑOS

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

P R E S E N T A:
VALERIA CABRERA MORALES

PROFESOR TITULAR
JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS
JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ



CIUDAD DE MÉXICO

JUNIO 2023



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.

COMITÉ ACADÉMICO.

**“ASOCIACIÓN ENTRE EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA Y LA CALIDAD MUSCULAR
EN ADULTOS DE 30 A 60 AÑOS”**

**DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
PROFESOR TITULAR**

**DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
DIRECTOR DE TESIS**

**DRA. ARIADNA DEL VILLAR MORALES
ASESOR DE TESIS**

**MTRA. ANDREA PEGUEROS PÉREZ
ASESOR METODOLÓGICO**

AUTORIDADES DE LA DIRECCIÓN EN EDUCACIÓN EN SALUD.

**“ASOCIACIÓN ENTRE EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA Y LA CALIDAD MUSCULAR
EN ADULTOS DE 30 A 60 AÑOS”**

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

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

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

Dedicatoria

Para mi familia, Alfonso, Claudia y René que nunca han dejado de escalar mientras me ayudan a subir.

Para Abdiel, Elba y Juan, con ustedes a mi lado, siento que todo es posible.

Agradecimientos

Gracias a las Maestras Andrea Pegueros Pérez y Rebeca Salas Romero por su guía, entrega y paciencia invaluable en el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. Ariadna del Villar Morales, sus enseñanzas son las que me han permitido construir las bases necesarias para poder crear e investigar.

A la Dra. Yasneidy Guadalupe Nicolás García quien participó de manera activa en la construcción de este proyecto demostrando su gran valor como compañera y profesional.

Al Dr. José Gilberto Franco Sánchez por su apoyo a lo largo de mi formación como especialista.

Gracias al Instituto Nacional de Rehabilitación, a los profesionales que forman parte del Servicio de Medicina del Deporte y a la Universidad Nacional Autónoma de México que me han permitido desarrollarme como especialista y realizar el presente trabajo de investigación.

Índice

Contenido	Página
I. Resumen	7
II. Introducción	8
III. Objetivos	9
IV. Hipótesis	10
V. Marco teórico	11
v.I Calidad muscular	11
v.II Actividad física	12
v.III Calidad muscular y componentes del fitness	15
VI. Justificación	17
VII. Planteamiento del problema	18
VIII. Material y métodos	19
VIII.I Tipo de estudio y descripción del universo de trabajo	19
VIII.II Criterios de selección de la población	19
VIII.III Tamaño de la muestra	20
VIII.IV Descripción de las variables de estudio	20
VIII.V Procedimiento	24
VIII.VI Análisis estadístico	26
IX. Resultados	27
X. Discusión	30
XI. Conclusión	32
XII. Bibliografía	33
XIII. Anexo	36

I. Resumen

La práctica regular de actividad física y el mantenimiento de una buena calidad muscular son aspectos importantes para preservar la salud y el bienestar en adultos. El objetivo de este estudio fue evaluar la correlación entre los METs/semana (unidad de medida de la actividad física) y el índice de calidad muscular de brazo y pierna en adultos de 30 a 60 años. En el estudio participaron 65 individuos de los cuales, 49.2% fueron mujeres. Se midió la actividad física utilizando el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ- LF, por sus siglas en inglés, versión larga) y se estimó el índice de calidad muscular mediante mediciones de fuerza de mano, cuádriceps y masa muscular apendicular. Se evaluó la asociación entre la actividad física y los índices de calidad muscular de brazo y pierna mediante correlación de Spearman y se compararon los índices de calidad muscular en los diferentes niveles de actividad física mediante gráficos de dispersión en banda. Los resultados no mostraron correlación-entre los METs/semana y los índices de calidad muscular para el brazo ($r = 0.170$, $p = 0.08$) y tampoco para la pierna ($r = -0.002$, $p = 0.50$). Por otra parte, no se encontraron diferencias entre los índices de calidad muscular en los diferentes niveles de actividad física (baja, moderada o alta). En conclusión, este estudio no encontró una asociación entre la actividad física y la calidad muscular en adultos de 30 a 60 años. Se requieren investigaciones adicionales para comprender mejor esta relación y se sugiere el uso de métodos objetivos para medir la actividad física en futuros estudios.

Palabras clave: Actividad física, calidad muscular, IPAQ, masa muscular apendicular, fuerza muscular.

II. Introducción

La actividad física desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud de los individuos, y su asociación con parámetros como la resistencia cardiovascular, la fuerza y la masa muscular ha sido objeto de investigación. Como antecedente a esta investigación se han estudiado previamente la relación que existe entre el nivel de actividad física, medido por métodos tanto subjetivos como el IPAQ como objetivos por medio de acelerómetros o podómetros, con distintos parámetros de salud física como la resistencia cardiorrespiratoria (medida en VO₂max), la fuerza muscular, la masa muscular y algunos otros indicadores de salud como la disminución de la morbilidad o mortalidad donde se encontraron resultados variables desde asociaciones leves a moderadas, sin embargo hasta la fecha no existen estudios que comparen la actividad física con la calidad muscular de la población.

El propósito de este estudio fue determinar si la práctica de actividad física se encuentra asociada a mayor calidad muscular y por lo tanto funcionalidad, para lo cual se planteó como hipótesis de trabajo que un mayor grado de actividad física medido por el IPAQ se asocia a mayores niveles de calidad muscular. Con la finalidad de conocer si la actividad física, uno de los factores más importantes en la preservación de la salud general de la población se asocia a la calidad muscular que es un importante marcador biológico de la fuerza y masa muscular el cual representa de manera apropiada la capacidad funcional de los sujetos.

Este estudio se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Rehabilitación en el Servicio de Medicina del Deporte de enero a junio del 2023.

III. Objetivos

Objetivo general

1. Determinar la correlación entre los METs/semana y el índice de calidad muscular de brazo y de pierna en adultos de 30 a 60 años.

Objetivos específicos

1. Obtener los índices de calidad muscular de tren superior e inferior a partir de la relación de fuerza y masa muscular apendicular.
2. Medir la actividad física en adultos de 30 a 60 años a partir del cuestionario IPAQ-LF en español, obteniendo valores en METs/semana y clasificarla en los tres niveles de acuerdo con el punto de corte establecido por el cuestionario.
3. Comparar el índice de calidad muscular en los diferentes niveles de actividad física medidos por el IPAQ-LF en la población de estudio.

IV. Hipótesis

Un mayor grado de actividad física medido por el IPAQ-LF se asocia a mayores niveles de calidad muscular.

v. Marco teórico

La preservación del sistema neuromuscular ha adquirido un factor cada vez más notable en el mantenimiento de la salud general. Existen múltiples factores que afectan su integridad; la edad, el sexo, el nivel de actividad física y el estado nutricional son algunos de los más relevantes (1). La pérdida progresiva de masa muscular y fuerza se asocia a resultados adversos en la salud como menor calidad de vida, mayor riesgo de caídas, síndrome de fragilidad, bajo nivel de funcionalidad y aumento de la morbimortalidad por múltiples causas (2).

Tradicionalmente la disminución de la cantidad de músculo asociado con la edad se conoce como sarcopenia, no como constructo, sin embargo, evidencia reciente sugiere que es más relevante la funcionalidad que la cantidad de músculo (3,4).

Conocer de forma objetiva y eficiente el estado neuromuscular de los individuos es importante para realizar una detección temprana y emplear acciones que permitan prevenir los efectos deletéreos de una baja fuerza o masa muscular (1).

v.I Calidad muscular

La calidad muscular (MQ) definida como la fuerza por unidad de masa muscular, provee un estimado de la contribución del trofismo muscular y los factores neuromusculares a los cambios de la fuerza (13). Es un nuevo índice de capacidad de funcionalidad muscular, que refleja el estado anatómico y fisiológico del músculo esquelético para realizar diversas funciones de manera efectiva, incluida la producción de fuerza, contracción y relajación, metabolismo, rotación y almacenamiento de sustrato, generación de calor, producción de mioquinas y conducción eléctrica. La calidad muscular se ve afectada por los mismos factores que alteran la fuerza y la composición corporal, por lo tanto, es un biomarcador crítico de la salud muscular en poblaciones adultas o jóvenes que tienen un nivel de funcionalidad bajo (14). La calidad muscular se ha estudiado en gran medida en poblaciones adultas y de envejecimiento con afecciones fisiopatológicas, y en esos

estudios, una mayor MQ está relacionada con una mayor fuerza muscular, función y rendimiento físico (15,16)

El índice de calidad muscular (MQI, por sus siglas en inglés) es el resultado de dividir la fuerza entre la masa muscular de las extremidades superiores o inferiores. Utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{MQI brazo: } \frac{\text{Fuerza de prensión mano (Kg)}}{\text{Masa magra brazo (Kg)}}$$

$$\text{MQI pierna: } \frac{\text{Fuerza de extensores de rodilla (Kg o Nm)}}{\text{Masa magra brazo (Kg)}}$$

Los puntos de corte para el índice de calidad muscular de brazo son <5.76 para hombres y <5.475 para mujeres. Actualmente no existen puntos de corte para el índice de calidad muscular para extremidad inferior; algunos autores han utilizado desviaciones estándar en estudios poblacionales de calidad muscular que incluyen a la extremidad inferior para poder hacer comparaciones entre grupos de edad (13).

v.I Actividad física

La actividad física es definida como cualquier movimiento del cuerpo producido por la contracción del músculo esquelético que resulta en un incremento en los requerimientos calóricos sobre el gasto energético en reposo. La intensidad en la que se realiza la actividad física es determinante existiendo diferentes métodos de prescripción como la frecuencia cardiaca máxima teórica, frecuencia cardiaca de reserva, consumo máximo de oxígeno, consumo máximo de oxígeno de reserva y los equivalentes metabólicos (METs). Los METs son útiles, convenientes y estandarizados para cuantificar la intensidad absoluta de varias actividades. En adultos una intensidad baja es definida como 1.6 a 2.9 METS, moderada 3.0-5.9 METs y vigorosa >6.0 METs (5).

La actividad física y/o ejercicio regular a una intensidad moderada, ha demostrado una relación inversa con mortalidad y en la morbilidad de enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, Diabetes Mellitus tipo 2 (DM 2), síndrome metabólico, obesidad, 13 tipos de cánceres, depresión, alteraciones en la salud funcional y deterioro cognitivo (6). Además de la prevención primaria, la actividad

física y el ejercicio son parte importante del tratamiento y prevención secundaria de un gran número de patologías. Está bien establecido que, existe una relación dosis-respuesta de la intensidad de la actividad física con los efectos benéficos (7) Por lo tanto, es importante conocer los niveles de actividad física de los pacientes para realizar una correcta prescripción del ejercicio con las características necesarias, para obtener los efectos benéficos antes mencionados, además de permitir planear estrategias en materia de salud pública.

La actividad física mínima recomendada por la AHA y el ACSM para poder tener beneficios sobre la salud son 150 minutos/semana de actividad física aeróbica de intensidad moderada o 100 minutos/semana de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa y 2 días de ejercicio que aumente la fuerza y/o la resistencia muscular de todo el cuerpo además de ejercicios de movilidad o flexo-elasticidad (5,7).

Esto indica que no solo es importante realizar actividad física para mejorar la salud cardiovascular, sino que también es necesario hacer actividades que logren optimizar otros parámetros del fitness relacionado a la salud como la fuerza, la resistencia muscular y la composición.

Existen una amplia cantidad de pruebas de gabinete, laboratorio y cuestionarios que cuantifican el nivel de actividad física, sin embargo, todos los métodos tienen limitaciones, no existiendo actualmente un estándar de referencia para valorar este criterio. Los sensores de movimiento como los acelerómetros son una forma objetiva de cuantificar el movimiento, pero tienen un alto costo y no son útiles cuando se quieren usar a gran escala (8).

A nivel internacional existen múltiples cuestionarios que miden la actividad física. El IPAQ fue desarrollado en 1988 por un grupo de expertos para facilitar la evaluación de la actividad física global (10), desde entonces esta herramienta ha sido la más utilizada a nivel internacional. Cuenta con 2 versiones disponibles (11).

- Versión larga (IPAQ-LF): 31 ítems separados en 5 partes:
 - Parte 1 actividad física relacionada con el trabajo.

- Parte 2 actividad física relacionada con el transporte.
- Parte 3 Trabajo de casa, mantenimiento de la casa y cuidado de la familia.
- Parte 4 Actividades físicas relacionadas con recreación, deporte y tiempo libre.
- Parte 5 tiempo dedicado a estar sentado.
- Versión corta (IPAQ-SF): tiene 9 ítems y recoge la información de la actividad en 4 niveles de intensidad:
 - Intensidad vigorosa.
 - Intensidad moderada.
 - Caminar.
 - Sentado o reposo.

A partir de este cuestionario, la actividad física cuantificada se expresa en MET-minuto/semana y puede ser clasificada en tres niveles: baja (< 600 MET-min/semana), moderada (al menos 600 MET-min/semana) o alta (al menos 1500 MET-min/semana). En México, el IPAQ es el único cuestionario validado para conocer los niveles de actividad física de la población; ha sido utilizado en estudios de investigación para medir el nivel de actividad física en la población y en estudios epidemiológicos a nivel nacional.

La encuesta nacional de salud y nutrición (ENSANUT) utiliza este cuestionario en su versión corta para conocer los niveles de actividad física de la población de 15 a 69 años. Clasifica los resultados como físicamente activos si realizan al menos 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa los 7 días de la semana. La Organización Mundial de la Salud, (OMS), clasifica a los adultos de 20 a 69 años como muy activos (≥ 300 minutos/semana de actividad física moderada-vigorosa), moderadamente activos (150 a 299 minutos/semana de actividad física moderada-vigorosa) y físicamente inactivos (<150 minutos/semana) (12).

v.III Calidad muscular y componentes del fitness

La relación entre el nivel de actividad física y la calidad muscular no ha sido descrita hasta la fecha, sin embargo, existen publicaciones que han tenido como objetivo, evaluar la relación entre la cantidad de actividad física realizada semanalmente y alguno de los componentes del fitness relacionado a la salud como la resistencia cardiorrespiratoria (medida en VO₂max) y la fuerza muscular.

Minder y colaboradores reportaron en el 2014 la relación que existe entre el nivel de actividad física medido por IPAQ-SF, el fitness cardiorrespiratorio y el riesgo cardiometabólico. La actividad física y el fitness cardiorrespiratorio están asociados con una mejora de la salud cardiovascular y una disminución de la mortalidad por todas las causas, por lo tanto, el objetivo de este estudio fue observar la relación que existe entre estos 3 parámetros. Estudiaron 2800 brasileños a los que aplicaron el IPAQ-SF y calificaron la actividad física como baja, moderada y alta; el fitness se midió por medio de METs alcanzados en una prueba de esfuerzo maximal y se realizó un análisis de correlación lineal multivariable con los factores de riesgo cardiovascular (medidas antropométricas, presión arterial, glucosa en ayunos, dislipidemia, proteína C reactiva y esteatosis hepática), determinando una correlación moderada del nivel de actividad física con el fitness ($r=0.360$) (17).

En 2015 Leblanc y colaboradores, reportaron la relación de la actividad física y la fuerza muscular, otro parámetro del fitness relacionado a la salud. El propósito principal era examinar las relaciones entre medidas objetivas y autoinformadas de actividad física y de fuerza muscular entre adultos sanos de 20 a 91 años. Se midió la fuerza con un dinamómetro isocinético para las extremidades inferiores y con un dinamómetro de presión para extremidades superiores. La actividad física se midió objetivamente con un acelerómetro y por el cuestionario de actividad física de Paffenbaeger. Encontraron que la correlación para la fuerza muscular con la actividad física fue débil (1-3%) tanto objetivamente como de manera autoinformada (18).

Recientemente se realizó una revisión sistemática para determinar si la actividad física está asociada con el tamaño muscular de cuádriceps en la población general. Se

incluyeron 47 estudios con un total de 4812 pacientes a quienes se les midió la actividad física de manera tanto objetiva como subjetiva (cuestionario IPAQ, IQR, Yale Survey y CHAMPS) y el tamaño del músculo, encontrando una correlación positiva ($r=0.30$ $P<0.01$) cuando la actividad física se media con acelerómetro y una correlación negativa ($r=-0.59$, $p<0.01$) cuando se utilizan medidas subjetivas, concluyendo que las medidas objetivas de actividad física están asociadas moderadamente con el tamaño muscular y por lo tanto pueden usarse para predecir cambios musculares de las extremidades inferiores, a diferencia de las medidas subjetivas (20).

vi. Justificación

En la literatura científica, se ha investigado extensamente la relación entre la actividad física y varios componentes del fitness. Sin embargo, hasta el momento, no se ha abordado la asociación entre la actividad física y la calidad muscular.

Es importante comprender si existe una relación entre el aumento de la actividad física y la mejora de la calidad muscular, o si, por el contrario, el nivel de actividad física bajo puede ocasionar una disminución en los niveles de calidad muscular. Esta información sería de gran relevancia para determinar las acciones necesarias en términos de la cantidad de actividad física que un individuo debe realizar para mejorar o mantener una adecuada funcionalidad o rendimiento físico y que impacten sobre resultados adversos para la salud. La facilidad clínica en la obtención del índice de calidad muscular y la medición de la actividad física, hacen factible el desarrollo del presente estudio.

vii. Planteamiento del problema

La actividad física desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud de los individuos, y su asociación con parámetros como la resistencia cardiovascular, la fuerza y la masa muscular ha sido objeto de investigación. Sin embargo, en población adulta mexicana, se desconoce cuánta actividad física influye en un cambio sustancial del índice de calidad muscular (MQI), considerado un indicador relevante de la función muscular en el contexto de la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas a las ECNT o la sarcopenia.

Pregunta de investigación general

¿Cuál será la fuerza de asociación entre la actividad física medida por IPAQ-LF y el índice de calidad muscular en adultos de 30-60 años?

Preguntas complementarias

¿Existe una relación entre la cantidad de METs realizados a la semana y el índice de calidad muscular?

¿Existen diferencias en esta relación de METs/semana y el índice de calidad muscular entre hombres y mujeres?

¿Cuál es el promedio de índice de calidad muscular para la pierna y brazo dominantes en adultos de 30-60 años a diferentes niveles de actividad física?

viii. Material y métodos

viii.i Tipo de estudio y descripción del universo de trabajo.

Estudio transversal analítico

Hombres y mujeres de 30 a 60 años pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación
“Luis Guillermo Ibarra Ibarra”

viii.ii Criterios de selección de la población.

Criterios de inclusión:

- Hombres y mujeres.
- Edad 30-60 años.
- Índice de masa corporal entre 18.5 y 34.9 kg/m².
- Que acepten, por medio de consentimiento informado, participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

- Tabaquismo activo.
- Uso de sustancias para aumentar masa muscular.
- Uso de prótesis, marcapasos o implantes electrónicos.
- Lesiones agudas o dolor en aparato osteomuscular que impidan realizar pruebas de fuerza.
- Condición que impida realizar isocinesia de rodilla o dinamometría de prensión de mano.
- Embarazo.
- Enfermedades que favorezcan la pérdida de masa muscular (artritis reumatoide, distrofia muscular, cáncer).
- Terapia prolongada con corticoides.

Criterios de eliminación:

- Pacientes que no llenaron el cuestionario totalmente.
- Pacientes que no fueron capaces de realizar correctamente alguna de las pruebas de fuerza
- Pacientes que decidan abandonar el estudio.

VIII.III Tamaño de la muestra:

- La determinación del tamaño de muestra se calculo a partir de la fórmula para la comparación de 2 medias de muestras independientes en un estudio transversal utilizando el programa Sample Size Estimation in Clinical Research. Se consideraron 2 poblaciones de estudio diferenciados por sexo, se consideró una diferencia de medias en el índice de calidad muscular para brazo de 2.26 kg/kg, una desviación estándar de 3.41 y una relación K=1. Se estableció el error $\alpha=0.05$ y la potencia $(1-\beta)$ al 80%.

$$n_1 = \left(1 + \frac{1}{k}\right) \sigma^2 \left(\frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{\mu_0 - \mu_1}\right)^2; n_0 = kn_1$$

Se calculo que se requirieron 36 mujeres y 36 hombres para un total de 72 sujetos.

- Tipo de muestreo: a conveniencia.

VIII.IV Descripción de las variables de estudio

Variable dependiente	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Calidad muscular brazo (MQI brazo)	Relación de fuerza o potencia muscular por unidad de	Cálculo del MQI con datos obtenidos de la dinamometría de la mano dominante (fuerza) y la bioimpedancia (masa magra	kg/kg	Cuantitativa continua

	masa muscular	segmental del brazo dominante) MQI brazo (tren superior o brazo dominante) = fuerza de prensión (kg) / masa magra brazo (kg)		
Calidad muscular pierna (MQI pierna)	Relación de fuerza o potencia muscular por unidad de masa muscular	Cálculo del MQI con datos obtenidos de la prueba de isocinesia (PT o pico de torque) en la pierna dominante y la bioimpedancia (masa magra segmental de la pierna dominante) MQI pierna (tren inferior o pierna dominante) = Pico de torque en extensión / masa magra pierna (kg)	Nm/kg	Cuantitativa continua

Variable independiente	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Actividad física	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con	Cuestionario internacional de actividad física (IPAQ)	METs/semana	Cuantitativa continua

	el consiguiente consumo de energía.			
Nivel de actividad física	Clasificación del nivel actividad física según la cantidad de METs/semanales obtenido por IPAQ-LF	Bajo <600 METs/semana Moderado 600-2999 METs/semana Alto >3000 METs/semana	Adimensional	Cualitativa nominal

Covariables	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Edad	Años transcurridos desde el nacimiento hasta el momento de la inclusión	Se registrará la edad de acuerdo con la fecha de nacimiento referida por el paciente	Años	Cuantitativa discreta
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a un hombre o a una mujer	Se codificará el sexo de la siguiente manera: 1. Mujer Hombre Mujer=1	Adimensional	Cualitativa dicotómica

		Hombre=2		
Índice de masa corporal (IMC)	Razón que asocia la masa y la talla de un individuo	Se obtiene dividiendo el peso entre la talla al cuadrado.	Kg/m ²	Cuantitativa continua
Masa grasa corporal	Conjunto de lípidos de depósito que se encuentran en el organismo	Cálculo a partir de bioimpedancia eléctrica con equipo marca InBody	Kilogramos (kg)	Cuantitativa continua
Masa muscular corporal	Componente de la masa libre de grasa; corresponde al conjunto de y músculo esquelético corporal	Cálculo a partir de bioimpedancia eléctrica con equipo marca InBod y	Kilogramos (kg)	Cuantitativa continua
Enfermedad crónica	Afección a la salud que dura >3 meses y que necesita tratamiento médico continuo	Presencia o ausencia de una enfermedad diagnosticada por un médico que necesite tratamiento de manera indefinida. Se identifica como 1. Presente 2. Ausente	Adimensional	Cualitativa dicotómica

VIII.V Procedimiento

A su llegada a Medicina del Deporte se recopiló de manera inicial la siguiente información sobre el paciente:

- Signos vitales (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, temperatura y presión arterial).
- Antropometría general: peso, talla, IMC.
- Interrogatorio y exploración física con el objetivo de evaluar criterios de inclusión y de exclusión
- Se aplicó un cuestionario para conocer las comorbilidades presentes y el consumo de medicamentos y suplementos.
- A partir de los resultados de la evaluación inicial se invitó al paciente a participar en el estudio. Se explicaron los riesgos y beneficios que implicaba su participación y se hizo entrega del consentimiento informado.

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

- a) Determinación de la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica de 3 frecuencias, bajo las siguientes condiciones
 - Usar ropa ligera
 - Sin aplicación de crema corporal previo a la prueba
 - No ingerir alcohol ni bebidas con cafeína 48 h previas a la evaluación
 - No realizar ejercicio físico 12 horas antes de la medición
 - Ayuno de 4 horas
 - Realizar vaciado de la vejiga antes del análisis
 - No usar objetos metálicos durante la medición.
- b. Determinación de fuerza muscular en N/m de flexores y extensores de rodilla mediante isocinesia.

- Previa explicación del procedimiento al paciente, se realizó calentamiento general durante 10 minutos.
- Se capturaron en el equipo los datos de identificación del paciente, peso, talla, dominancia y posteriormente se realizó el ajuste anatómico al equipo
- Inicialmente se realizaron 3 repeticiones de calentamiento, para el reconocimiento del paciente al equipo. La prueba consistió en 5 repeticiones concéntricas máximas a una velocidad de 60°/s con la extremidad dominante o sana, repitiendo el procedimiento con la extremidad no dominante o lesionada.
- Para el cálculo de índice de calidad muscular se utilizó el pico de torque en Newton/metro (Nm) de la fuerza de cuádriceps del lado dominante o sano.

c. Dinamometría de presión de mano

- Con el participante en posición sentado con rodillas a 90°, hombro y antebrazo en posición neutral, con codo en flexión a 90° y muñeca en ligera extensión (0-30°); se le solicitó al participante realizar la mayor fuerza de presión posible durante tres a cinco segundos como máximo.
- Se realizaron 3 intentos con un periodo de recuperación de 1 minuto entre cada repetición.
- Se promediaron los 3 intentos.
- Se repitió el proceso para la mano no dominante.
- Para la clasificación de la fuerza de presión se utilizaron los puntos de corte previamente establecidos de <30 kg para hombres y <20 kg para mujeres, respectivamente

c. Cuestionario de actividad física por IPAQ-LF en español.

- Se aplicó mediante entrevista el IPAQ-LF para determinar los METs por semana a partir de la suma de actividad física realizada en 4

rubros: Trabajo, transporte, trabajo en casa, actividades físicas de recreación. A partir de la actividad física estimada y en correspondencia con los diferentes puntos de corte establecidos, los MET-min/semana se clasificaron en nivel de actividad física bajo, moderado o alto.

VIII.VI Análisis estadístico

El análisis estadístico de este estudio se llevó a cabo utilizando el programa estadístico JASP versión 0.17 2.0. Las variables continuas se presentan como promedios y desviación estándar excepto los METs/semana que se presentan como mediana y rango intercuartílico; las variables categóricas se presentan en frecuencias y porcentajes (%).

Para determinar la asociación entre los METs y la calidad muscular en el total de la población, así como en hombres y mujeres por separado, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (R), considerando que los METs/semana tienen una distribución no normal.

Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas entre la población agrupada según su nivel de actividad física bajo, moderado o alto para evaluar la diferencia entre los grupos; de manera adicional se emplearon gráficos de dispersión banda y de caja.

IX. Resultados

El presente estudio contó con la participación de un total de 65 individuos, con una edad promedio de 42.41 ± 10.3 años. Del total de participantes 32 (49.2%) eran mujeres, con edad promedio de 44.31 ± 10.58 y 40.57 ± 10.02 años en hombres (Tabla 1).

Antropometría y composición corporal

Las mujeres tuvieron un IMC menor en comparación con los hombres y en general ambos se clasifican con sobrepeso. Las mujeres presentaron un mayor porcentaje de masa grasa total y específicamente tanto la masa muscular de brazo como de pierna dominante, fue mayor en los hombres.

Actividad física

La cuantificación de METs por semana se comportó de manera similar tanto en hombres como mujeres, los niveles de actividad física bajo, moderado y alto quedaron con distribuciones similares para ambos sexos.

Fuerza y calidad muscular

En la fuerza de cuádriceps y prensión de mano los hombres obtuvieron en promedio valores más altos que las mujeres, esto se explica por las diferencias anatómicas y funcionales ya conocidas que existen para la generación de fuerza máxima entre ambos sexos. La calidad muscular de hombres también fue mayor que la de las mujeres lo que se explica por una mayor cantidad de masa magra y fuerza máxima.

Tabla 1

Principales características			
Variables	Total, n=65	Mujeres, n=32 (49.2%)	Hombres, n=33 (50.7%)
Edad	42.41 ± 10.39	44.31 ± 10.58	40.57 ± 10.02
IMC (kg/m ²)	26.38 ± 3.71	25.79 ± 4.16	26.95 ± 4.16
Masa grasa (kg)	21.85 ± 6.49	23.0 ± 7.25	20.74 ± 5.53
Masa muscular (kg)	28.11 ± 6.85	23.10 ± 2.8	32.96 ± 6.09
Masa muscular brazo dominante (kg)	2.88 ± 0.84	2.36 ± 0.64	3.38 ± 0.70
Masa muscular pierna dominante (kg)	7.59 ± 1.79	6.33 ± 0.84	8.81 ± 1.61
Pico de torque extensores extremidad dominante (Nm)	149.29 ± 44.51	117.56 ± 30.3	180.06 ± 33.02
Fuerza prensión extremidad dominante (Kg)	32.29 ± 10.18	24.2 ± 6.13	40.13 ± 6.51
Índice de calidad muscular pierna dominante (Nm/kg)	19.57 ± 3.66	18.43 ± 3.41	20.69 ± 3.59
Índice de calidad muscular brazo dominante (kg/kg)	11.44 ± 2.82	10.75 ± 3.22	12.10 ± 2.22
Mets /semana*	3918 (2040, 5382)	3928.0 (2340, 5578)	3918.0 (1950, 5382)
Nivel de actividad física n (%)			
Bajo	5 (7.6%)	2 (3.07%)	3 (4.6%)
Moderado	19 (29.2%)	9 (13.84%)	10 (15.38%)
Alto	41 (63.07%)	21 (32.3%)	20 (30.76%)
Presencia de enfermedad crónica: n (%)			
Total	14 (21%)	10 (6.5%)	4 (6.1%)
Hipertensión	5 (7.6%)	3 (4.6%)	2 (3.07%)
Diabetes mellitus	2 (3.07%)	1 (1.5%)	1 (1.5%)
Otros	7 (10.7%)	6 (9.2%)	1 (1.5%)

* Mediana (Rango intercuartílico)

Relación entre METs/semana y el índice de calidad muscular de pierna y brazo dominantes

En el análisis general, se encontró una correlación no significativa entre los METs/semana y la fuerza muscular de la pierna dominante ($R = -0.002$, $p = 0.998$, IC 95%: -0.242 a 0.246). Por otra parte, tampoco se observó una correlación entre los METs/semana y la fuerza muscular del brazo dominante ($R = 0.170$, $p = 0.176$, IC 95%: -0.077 a 0.397) (Anexo, Figuras 1 y 2).

Al realizar un análisis por sexo, en las mujeres, no se identificó una correlación entre los METs/semana y la fuerza muscular de la pierna dominante ($R = 0.224$, $p = 0.217$, IC 95%: -0.135 a 0.532) y tampoco entre la fuerza muscular del mano dominante ($R = 0.123$, $p = 0.5$, IC 95%: -0.236 a 0.452) (Anexo, Figuras 3 y 4).

En los hombres los valores de correlación fueron METs/semana y fuerza muscular de la pierna dominante ($R = -0.225$, $p = 0.208$, IC 95%: -0.527 a 0.128) y para la fuerza muscular del brazo dominante ($R = 0.301$, $p = 0.089$, IC 95%: -0.047 a 0.58) (Anexo, Figuras 5 y 6).

Asociación entre el nivel de actividad física y el índice de calidad muscular de pierna y brazo dominante

Se llevó a cabo un análisis de los datos en función del nivel de actividad física de los participantes, dividiendo la población en tres grupos: bajo, moderado y alto. La gráfica de dispersión mostró que las medianas en los tres grupos fueron muy similares, y los intervalos de confianza se superponen, lo que indica que no existen diferencias entre los grupos (Anexo, Figura 7 y 8). Lo anterior se comprobó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, con un valor de $p = 0.53$ para la calidad muscular en brazo y de $p = 0.982$ para pierna.

x. Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el nivel de actividad física y calidad muscular en una muestra de 65 individuos.

Al realizar la comparación entre los grupos por nivel de actividad física baja, moderada y alta se puede observar, tanto para el índice de calidad muscular de pierna como de brazo dominante, que las medianas de los tres grupos son muy similares, por lo tanto, podemos asumir que el IPAQ, de donde se obtiene esta clasificación, sobreestima el nivel de actividad física dándole a los individuos con niveles bajos de calidad muscular puntuaciones más altas del total de METs/semana. Esta discrepancia puede explicar por qué no se encontró una relación significativa entre los METs semanales y el índice de calidad muscular en la muestra estudiada. Como recomendación para futuras investigaciones, se sugiere utilizar herramientas objetivas como podómetros o acelerómetros para medir de manera más precisa el nivel de actividad física, como los estudios reportados por Minder y Leblanc y quienes adicional a la aplicación del cuestionario complementario la evaluación con métodos objetivos. Estos dispositivos proporcionarán datos más fiables y objetivos sobre la cantidad y la intensidad de la actividad física realizada por los participantes.

En México el IPAQ es la herramienta utilizada para evaluar a la población en materia de salud física, por lo tanto, es necesario buscar o crear alternativas a este instrumento para evitar predicciones erróneas al ser correlacionado con otros indicadores de salud, como en este caso, la calidad muscular que habla de funcionalidad en los individuos.

En cuanto a la calidad muscular si bien no se encontró una relación con el nivel de actividad física, cabe la posibilidad que existan cambios si se analizara por grupos de edad. Considerando que a medida que envejecemos se disminuye la actividad física y esto podría impactar en la calidad muscular. La población de este estudio fue heterogénea y pequeña en cuanto a los grupos etarios, por lo tanto, no se puede visualizar esta posible tendencia con el tamaño de muestra de este estudio, por lo que

se sugiere ampliarla y realizar investigaciones considerando agrupar a la población en grupos etarios.

Otro factor que influyó en el análisis es que no existen puntos de corte para el índice de calidad muscular de pierna y para el brazo solo hay 1 punto de corte que clasifica a la calidad muscular como baja y no fue desarrollado en población mexicana. Lo anterior resulta relevante considerando que existen diferencias considerables en cuanto a la composición corporal entre etnias y, por lo tanto, aunque conocemos el índice de calidad de nuestra muestra no es posible aseverar con certeza si esta es adecuada.

Como fortaleza del presente estudio se puede mencionar que todas las mediciones fueron hechas por un solo observador, por lo que los sesgos de medición son constantes; la obtención de las mediciones son prácticas (a excepción de la isocinesia) ya que se pueden hacer por instrumentos que están validados (dinamómetro de mano, isocinesia y bioimpedancia) lo que disminuye el error de medición.

Como limitaciones esta investigación, fue realizada con pacientes del servicio de Medicina del Deporte en el Instituto Nacional de Rehabilitación, por lo tanto, podría incurrir en sesgo de selección al no ser representativa de la población adulta.

Los grupos de edad son heterogéneos ya que la mayoría de la muestra se encuentra entre los individuos de 30-40 años.

xi. Conclusión

En conclusión, los hallazgos sugieren que no es posible demostrar una correlación entre el índice de calidad muscular y los METs/semana obtenidos por el IPAQ, lo cual puede deberse a que este instrumento sobreestima la actividad física y a que la calidad muscular difiere entre sexo y grupos etarios, por lo tanto, se sugiere realizar estudios adicionales con herramientas de cuantificación de la actividad física objetivas y con un análisis de la calidad muscular por grupos de edad.

xii. Bibliografía

1. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M, Aubertin-Leheudre M. How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging*. 2012;16(1):67-77. DOI: 10.1007/s12603-012-0004-5.
2. Brown JC, Harhay MO, Harhay MN. The muscle quality index and mortality among males and females. *Ann Epidemiol*. 2016;26(9):648-653. DOI: 10.1016/j.annepidem.2016.07.006
3. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, Fleg JL, Hurley BF. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol*. 1999;86(1):188-194. DOI: 10.1152/jappl.1999.86.1.188
4. Tracy BL, Ivey FM, Hurlbut D, Martel GF, Lemmer JT, Siegel EL, Metter EJ, Fozard JL, Fleg JL, Hurley BF. Muscle quality. II. Effects Of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl Physiol*. 1999;86(1):195-201. DOI: 10.1152/jappl.1999.86.1.195
5. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2013.
6. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol*. 2017;32(5):541-556. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000437
7. Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, Veerman JL, Delwiche K, Iannarone ML, Moyer ML, Cercy K, Vos T, Murray CJ, Forouzanfar MH. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*. 2016;354:i3857. DOI: 10.1136/bmj.i3857
8. Heesch KC, Hill RL, Aguilar-Farias N, van Uffelen JGZ, Pavey T. Validity of objective methods for measuring sedentary behaviour in older adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2018;15(1):119. DOI: 10.1186/s12966-018-0749-2

9. Busschaert C, De Bourdeaudhuij I, Van Holle V, Chastin SF, Cardon G, De Cocker K. Reliability and validity of three questionnaires measuring context-specific sedentary behaviour and associated correlates in adolescents, adults and older adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12:117. DOI: 10.1186/s12966-015-0277-2
10. Sember V, Meh K, Sorić M, Starc G, Rocha P, Jurak G. Validity and reliability of International Physical Activity Questionnaires for Adults across EU Countries: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(19):7161. DOI: 10.3390/ijerph17197161
11. Kim Y, Park I, Kang M. Convergent validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): meta-analysis. *Public Health Nutr.* 2013;16(3):440-452. DOI: 10.1017/S1368980012002996
12. Instituto Nacional de Salud Pública (México). Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Recuperado de: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
13. Lees MJ, Wilson OJ, Hind K, Ispoglou T. Muscle quality as a complementary prognostic tool in conjunction with sarcopenia assessment in younger and older individuals. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(5):1171-1181. DOI: 10.1007/s00421-019-04107-8
14. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med.* 2015;45(5):641-658. DOI: 10.1007/s40279-015-0305-z
15. Naimo MA, Varanoske AN, Hughes JM, Pasiakos SM. Skeletal Muscle Quality: A Biomarker for Assessing Physical Performance Capabilities in Young Populations. *Front Physiol.* 2021;12:706699. DOI: 10.3389/fphys.2021.706699
16. Sui SX, Williams LJ, Holloway-Kew KL, Hyde NK, Leach S, Pasco JA. Associations Between Muscle Quality and Cognitive Function in Older Men: Cross-Sectional Data From the Geelong Osteoporosis Study. *J Clin Densitom.* 2022;25(2):133-140. DOI: 10.1016/j.jocd.2021.03.007

17. Minder CM, Shaya GE, Michos ED, Keenan TE, Blumenthal RS, Nasir K, Carvalho JA, Conceição RD, Santos RD, Blaha MJ. Relation between self-reported physical activity level, fitness, and cardiometabolic risk. *Am J Cardiol.* 2014;113(4):637-643. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.11.010
18. Zachary P, Green R, Kingsley M, Zacharías A. Associations between measures of physical activity and muscle size and strength: a systematic review. *Rehabil Res Clin Transl.* 2021;100124. DOI: 10.1016/j.arrct.2021.100124
19. Leblanc A, Pescatello LS, Taylor BA, Capizzi JA, Clarkson PM, Michael White C, Thompson PD. Relationships between physical activity and muscular strength among healthy adults across the lifespan. *Springer Plus.* 2015;4:557. DOI: 10.1186/s40064-015-1357-0

xiii. Anexo

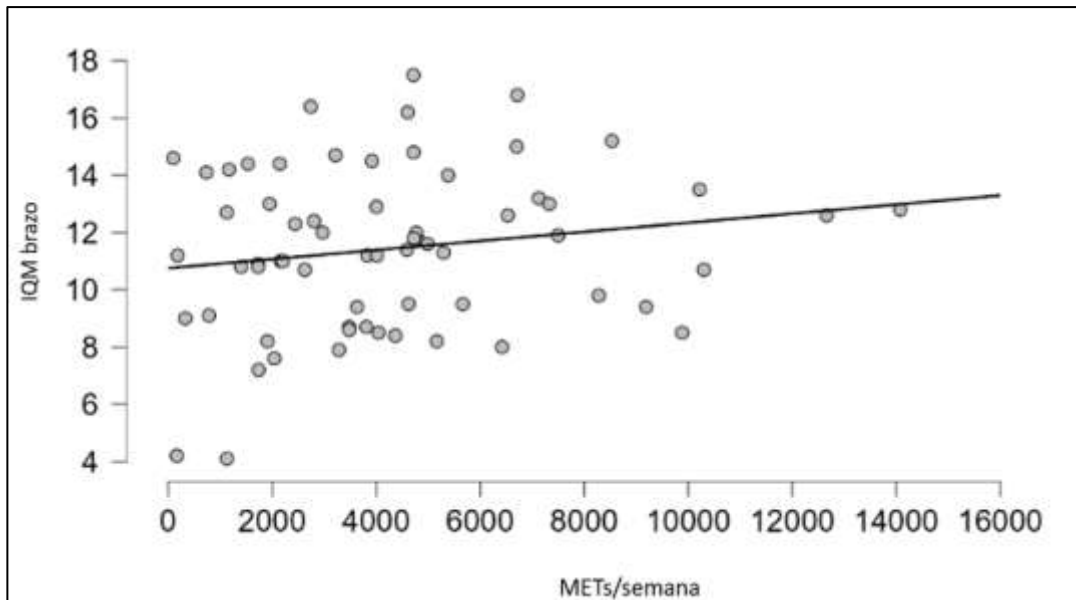


Figura 1. Correlación entre METs/semana y MQI de brazo dominante en el total de la muestra.

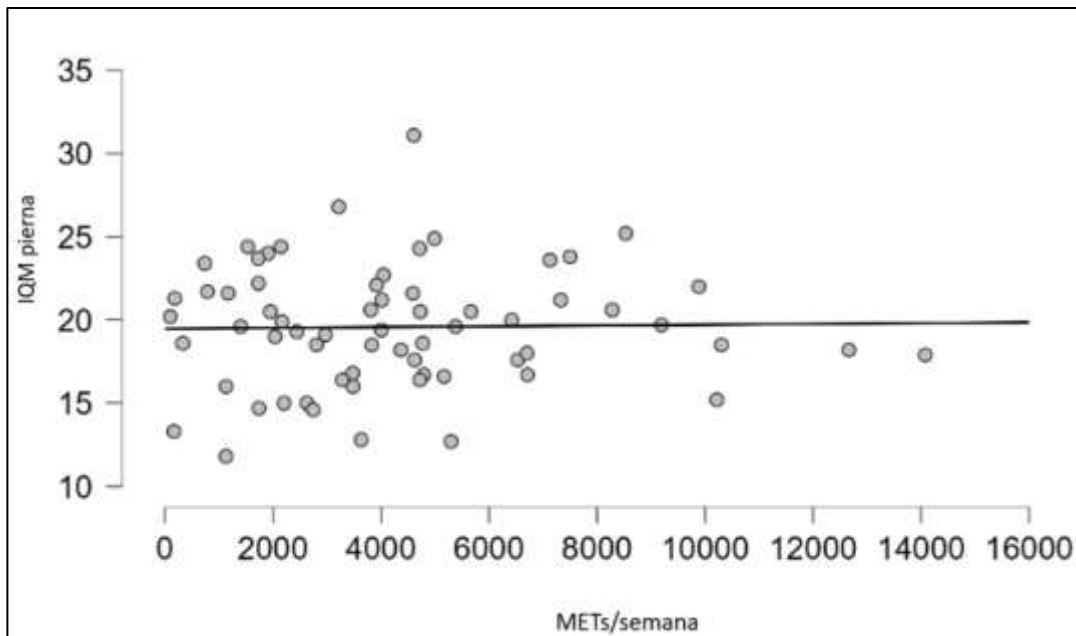


Figura 2. Correlación entre METs/semana y MQI de pierna dominante en el total de la muestra.

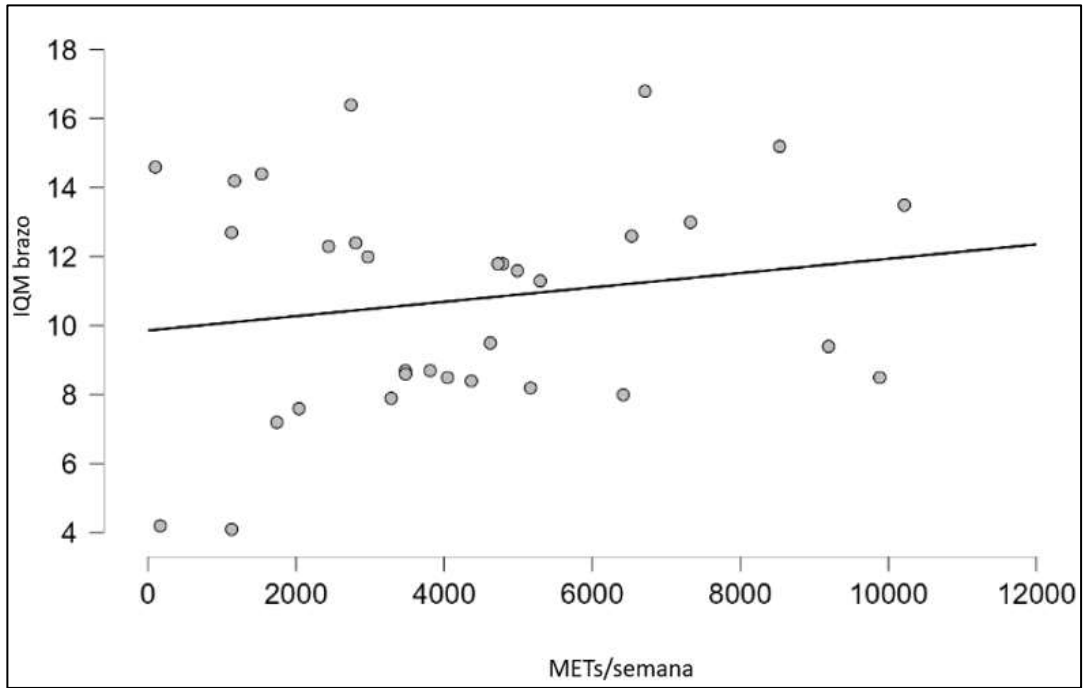


Figura 3. Correlación de METs/semana y MQI de brazo dominante en mujeres

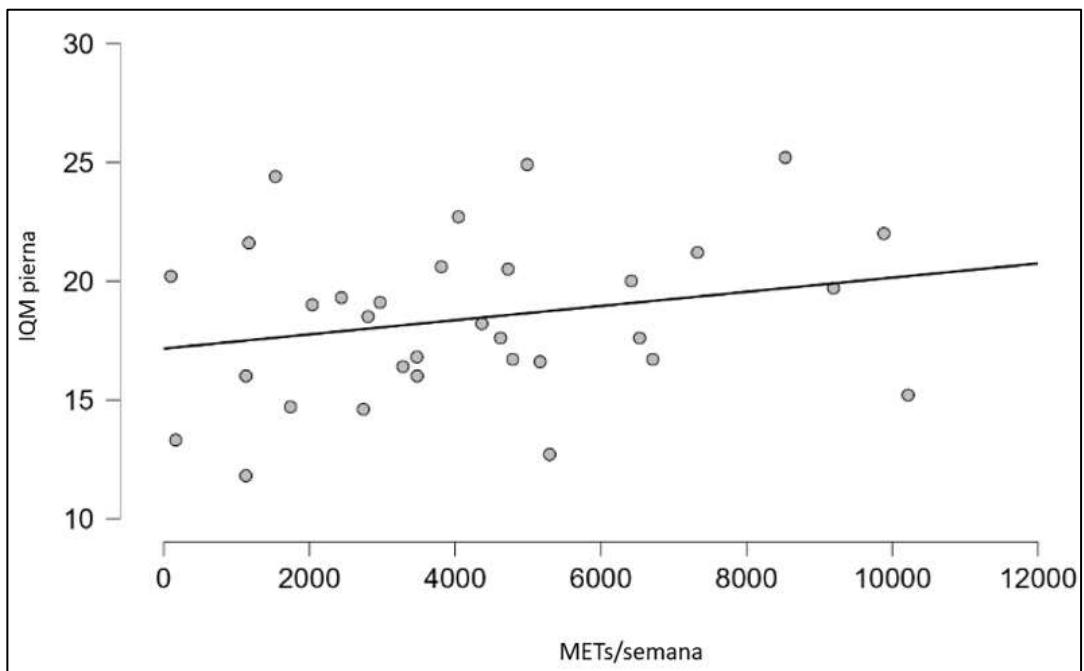


Figura 4. Correlación de METs/semana y MQI de la pierna dominante en mujeres

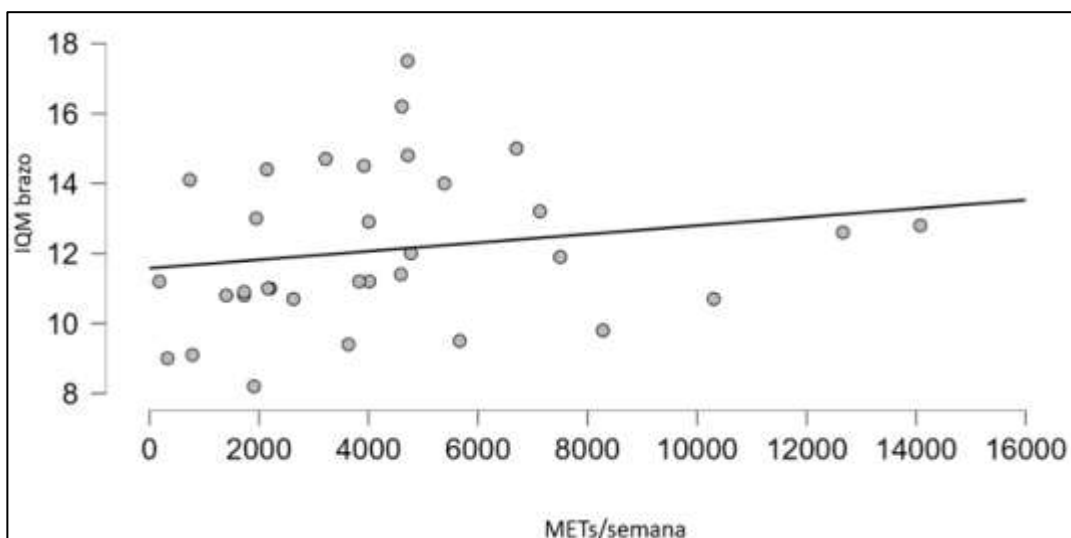


Figura 5. Correlación de METs/semana y MQI de brazo dominante en hombres

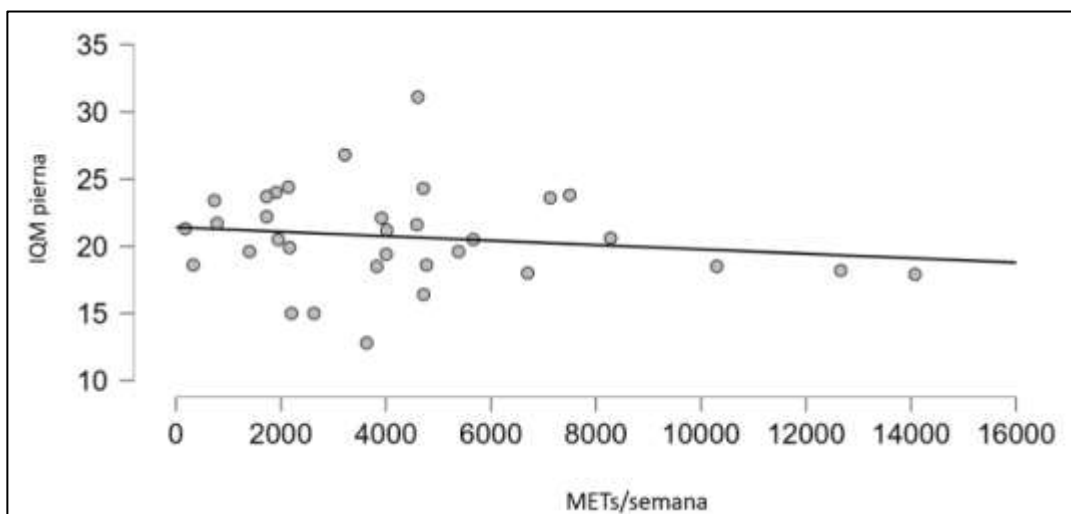


Figura 6. Correlación de METs/semana y MQI de pierna dominante en hombres

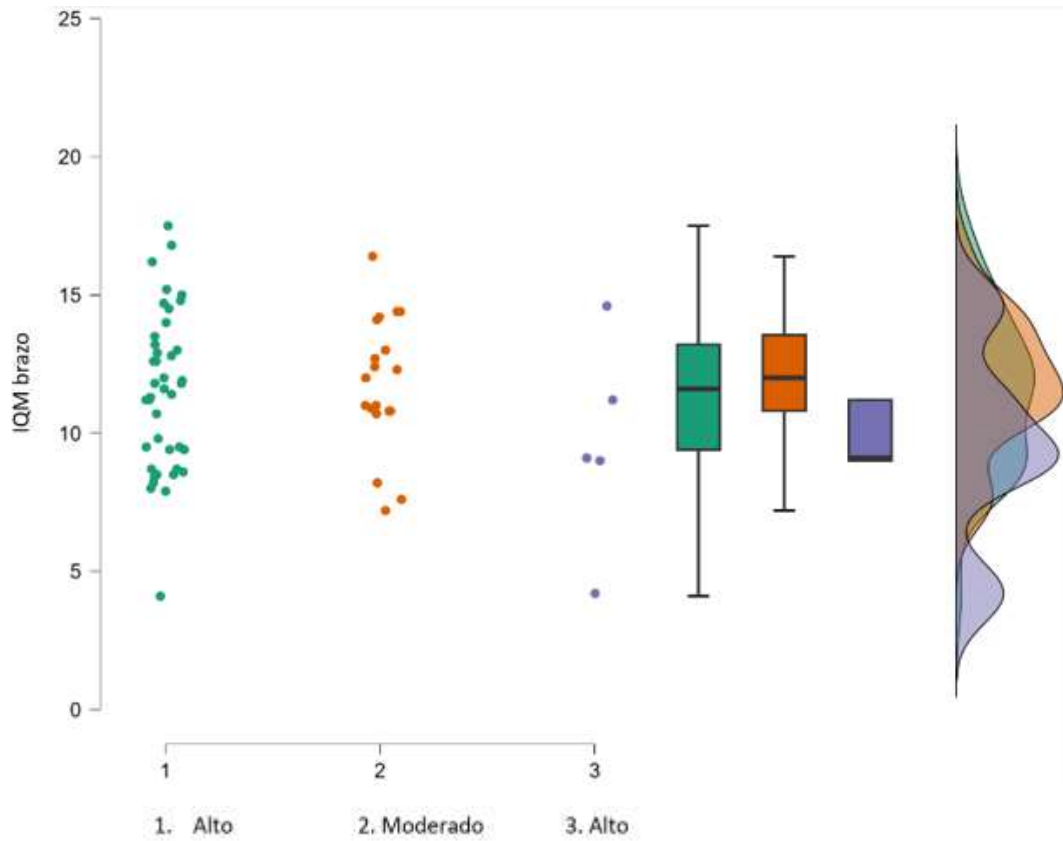


Figura 7. Comparación del índice de calidad muscular del brazo dominante con los niveles de actividad física.

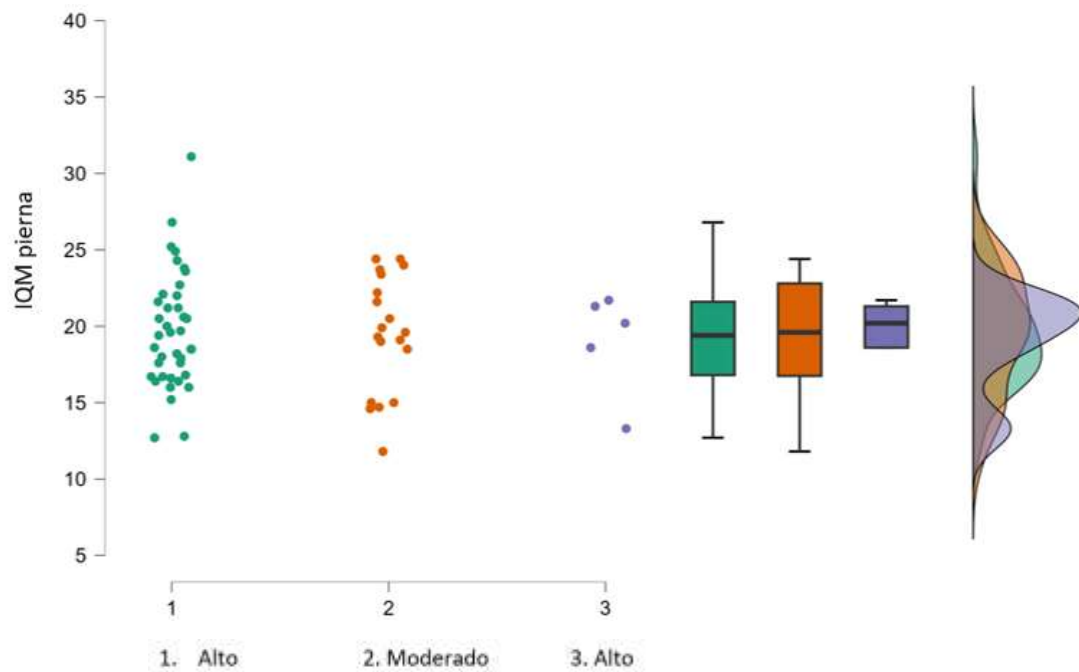


Figura 8. Comparación del índice de calidad muscular de pierna dominante con los niveles de actividad física.