

Asociación entre la movilidad articular, composición corporal y actividad física autopercebida en universitarios de Bogotá, Colombia. 2023

Association between joint mobility, body composition, and self-reported physical activity in university students from Bogotá, Colombia. 2023

Luis Alberto Cardozo¹ ; Andrés Felipe Cuellar-Peña² ; Javier Leonardo Reina-Monroy³ ; Carlos Alberto Castillo-Daza⁴ ; Ana María Masso-Calderón⁵ 

¹ Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Magister en Actividad Física y Salud. Docente Fundación Universitaria del Área Andina. Grupo de Investigación IMED. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lualca7911@gmail.com

² Profesional en Entrenamiento Deportivo. Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia.

³ Magister en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Docente Corporación Universitaria Minuto de Dios. Grupo de Investigación GICDER. Bogotá, Colombia.

⁴ Magister en Ingeniería Biomédica. Director de Laboratorios Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Fundación Universitaria del Área Andina. Grupo de Investigación IMED. Bogotá, Colombia.

⁵ Magister en Actividad Física y Salud. Docente Fundación Universitaria del Área Andina. Grupo de Investigación IMED. Bogotá, Colombia.

Fecha de recibido: 30 septiembre de 2023 - **Fecha de aceptado:** 9 de marzo de 2024

ISSN: 0121-0319 | eISSN: 1794-5240



Resumen

Introducción: la movilidad articular es una cualidad física que disminuye con el avance de la edad si no se entrena de manera sistemática. Desempeña un papel crucial en la realización eficiente de las actividades cotidianas, desde acciones sencillas como caminar hasta movimientos más complejos como realizar actividad física. **Objetivo:** analizar la relación entre los niveles de movilidad articular, la composición corporal y la actividad física autopercebida en estudiantes universitarios. **Metodología:** diseño transversal con un enfoque descriptivo-correlacional, y se implementó un muestreo por conveniencia. Para evaluar la movilidad articular se utilizó la batería de pruebas flexitest, la composición corporal se evaluó a través de bioimpedancia tetrapolar y se registró la actividad física autopercebida mediante la “escala subjetiva de actividad física”. **Resultados:** participaron en el estudio 72 sujetos universitarios con una edad promedio de 22,4 ± 3,74 años. Se encontró que las mujeres presentan niveles de movilidad articular superiores a los hombres, 55,50 puntos vs. 48,92, respectivamente ($p = 0,003$). Además, se observó una mayor frecuencia en la categoría “alta” en el nivel de movilidad articular en los participantes (45,2 %). No se encontró una asociación significativa entre los niveles de movilidad articular, la composición corporal y la actividad física ($p > 0,05$). Más del 56 % de los participantes no cumplen con las recomendaciones mínimas de actividad física a la semana recomendadas. **Conclusiones:** los niveles de movilidad articular y composición corporal varía según el sexo, se deben diseñar estrategias institucionales para la promoción de la actividad física.

Palabras clave: Movilidad articular. Composición corporal. Flexitest. Actividad física.

¿Cómo citar este artículo? Cardozo LA, Cuellar-Peña AF, Reina-Monroy JL, Castillo-Daza CA, Masso-Calderón AM. Asociación entre la movilidad articular, composición corporal y actividad física autopercebida en universitarios de Bogotá, Colombia. 2023. MÉD.UIS. 2024;37(2): 51-64. DOI: <https://doi.org/10.18273/revmed.v37n2-2024005>

Abstract

Introduction: joint mobility is a physical quality that decreases with age if not systematically trained. It plays a crucial role in the efficient performance of everyday activities, from simple actions such as walking to more complex movements such as lifting or physical activity. Objective: to analyze the relationship between levels of joint mobility, body composition, and self-perceived physical activity in university students. **Methods:** a cross-sectional design with a descriptive-correlational approach, and convenience sampling was implemented. Joint mobility was assessed using the Flexitest test battery, body composition was evaluated through tetrapolar bioimpedance, and self-perceived physical activity was recorded using the “subjective physical activity scale”. **Results:** the study included 72 university subjects with an average age of $22,4 \pm 3,74$ years. It was found that women have higher levels of joint mobility compared to men, 55,50 points vs. 48,92, respectively ($p = 0,003$). Additionally, a higher frequency was observed in the “high” category of joint mobility level among the participants (45,2 %). No significant association was found between levels of joint mobility, body composition, and physical activity ($p > 0,05$). More than 56 % of the participants do not meet the recommended minimum weekly physical activity guidelines. Conclusions: levels of joint mobility and body composition vary according to sex, institutional strategies should be designed to promote physical activity.

Keywords: Joint mobility. Body composition. Flexitest. Physical activity.

Introducción

La actividad física autopercebida se refiere a la evaluación subjetiva que una persona realiza sobre su nivel de actividad física. En lugar de medir objetivamente la actividad física mediante dispositivos de monitoreo como sensores de movimiento (acelerómetros y podómetros), monitorización de la Frecuencia Cardíaca (FC) u observación directa, esta se basa en el autorreporte o la percepción personal¹. Cuando se evalúa la actividad física autopercebida, se solicita a un individuo que reflexione y reporte su propia actividad física, considerando su nivel de esfuerzo, frecuencia, duración y tipo de actividad en la que participa. Esto se puede lograr a través de cuestionarios, entrevistas o escalas de evaluación subjetiva. Por lo tanto, en situaciones en las que no se disponga de recursos financieros para adquirir tecnologías diseñadas para medir la actividad física, o cuando no sea factible o práctico realizar mediciones objetivas, el uso de instrumentos que exploran la actividad física autopercebida puede resultar útil².

La actividad física es un factor importante para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, la hipertensión y la obesidad. En 2016, se estimó que el 39,1 % de la población adulta en Latinoamérica no realiza suficiente actividad física, siendo aún mayor esta cifra en mujeres³. En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social⁴ ha reportado que el 58 % de los adultos no cumple con las recomendaciones de actividad física establecidas por la Organización

Mundial de la Salud (OMS). Además, en Bogotá en el año 2022, de acuerdo con las cifras reportadas por la Secretaría Distrital de Salud, entre el 40 y 50 % de los adultos no cumplen con las recomendaciones de actividad física⁵.

Respecto a la composición corporal, según datos recientes, la cantidad de personas con un alto porcentaje de masa grasa corporal, que conlleva a sobrepeso y obesidad ha alcanzado proporciones alarmantes a nivel de Latinoamérica en 2023, con cifras preocupantes en Colombia. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en Latinoamérica se estima que al menos el 62,5 % de la población adulta padece de sobrepeso u obesidad⁶. En el caso específico de Colombia, la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN) reportó una prevalencia de obesidad del 21,6 % en adultos mayores de 18 años para el año 2015⁴. Por otro lado, la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá indicó que para el 2021 la obesidad afectó al 66,2 % de los adultos entre los 18 a 64 años residentes en la ciudad⁷. Estas cifras evidencian la magnitud del problema de la obesidad en la región, lo que demanda la implementación de medidas eficaces para combatir esta enfermedad y promover hábitos de vida saludables.

Por otro lado, la movilidad articular es una cualidad física indispensable para el normal desarrollo de las Actividades de la Vida Cotidiana (AVC). La movilidad articular desempeña un papel crucial en la realización eficiente de las actividades cotidianas, desde acciones

sencillas como caminar hasta movimientos más complejos como levantar objetos o realizar actividad física⁸. Mantener una buena movilidad articular facilita la realización de estas tareas cotidianas, lo que contribuye significativamente a mejorar la calidad de vida y la funcionalidad general⁹. Además, una movilidad articular adecuada ayuda a prevenir el dolor y las molestias articulares al mantener el cartílago sano y reducir la rigidez, lo que se traduce en una mayor comodidad y funcionalidad en la vida cotidiana^{10,11}.

Además, la movilidad articular desempeña un papel esencial en la obtención de un nivel óptimo de elasticidad en músculos y ligamentos, reduciendo las posibilidades de sufrir lesiones durante la actividad física¹². Asimismo, una buena movilidad articular favorece el equilibrio y la coordinación, lo que ayuda a prevenir caídas y lesiones relacionadas con la falta de estabilidad en el deporte y en la vida cotidiana¹³.

Por otra parte, se ha observado una disminución de esta cualidad física con el avance de la edad, generado por la reducción de diferentes funciones orgánicas y fisiológicas, además de la aparición de diversos mecanismos de degeneración musculoesquelética^{14,15}. A pesar de esto, la actividad física sistemática parece ser una estrategia prometedora en la salud de las personas, al mitigar las afectaciones en la movilidad con el avance de la edad^{16,17}.

La enfermedad cardiovascular representa una preocupación significativa para la salud pública en Bogotá, dado que muchos estudiantes universitarios desconocen los factores de riesgo debido a su estilo de vida sedentario, a pesar de cumplir con las pautas de actividad física recomendadas⁷. Estudios han demostrado que una proporción considerable de estudiantes universitarios presenta síndrome metabólico y otros factores de riesgo cardiometabólico. El comportamiento sedentario prolongado en esta población aumenta el riesgo de enfermedades cardiometabólicas, lo que puede generar un aumento significativo en el gasto público. Esto subraya la necesidad de limitar estos comportamientos, especialmente en el entorno universitario. Además, se reconoce que la población estudiantil universitaria, debido a su horario académico, pasa una cantidad considerable de tiempo sentada o realizando actividades sedentarias^{18,19}.

La movilidad articular, definida como “la capacidad para desplazar un segmento o parte del cuerpo

dentro de un arco de recorrido lo más amplio posible”²⁰. A su vez, está condicionada por diversos factores intrínsecos como elasticidad del músculo, los tendones y ligamentos, la estructura de la articulación (anatomía articular), la masa grasa subcutánea, el sexo, la predisposición genética, entre otros²¹. Además, factores extrínsecos como los hábitos de vida saludable, entre ellos, la actividad física sistemática y la actividad física no ejercicio, esta última, hace referencia a las AVC que generan un gasto energético significativo²².

Para el entrenamiento de esta cualidad física se han desarrollado diferentes métodos de ejercitación (e.g. dinámicos, estáticos, entre otros) y medios para el control de la intensidad del ejercicio, como la escala de esfuerzo Perflex^{23,24}. A su vez, diferentes métodos y protocolos de valoración, tanto directos (goniometría: ángulos) como indirectos (test de campo lineales, donde sus valores son expresados en centímetros y, adimensionales, que utilizan una escala ordinal de la amplitud del movimiento).

Dentro de los métodos indirectos se encuentra la batería de test denominada Flexitest, desarrollada por Araujo²⁵, la cual ha sido utilizada en múltiples estudios: niños en condición patológica²⁶, niños gimnastas²⁷, deportistas de artes marciales²⁸, practicantes avanzados de jujitsu²⁹, deportistas de rendimiento³⁰, ciclistas³¹, niños y adultos de diversas edades y sexos^{32,33}. La mayoría de estos estudios tienen un alcance descriptivo y, en algunos casos, evalúan la asociación de los niveles de movilidad con el rendimiento deportivo o la composición corporal. Sin embargo, son escasos los trabajos que incluyen el nivel de actividad física de los sujetos participantes en los estudios, ya sea a través de métodos directos o indirectos.

Es sabido que un nivel mayor de actividad física genera cambios en la composición corporal de las personas (e.g., disminución de la masa grasa, aumento de la masa muscular), mejora en la resistencia cardiovascular, fuerza muscular, entre otros aspectos. Sin embargo, la movilidad articular es una cualidad física que se mejora cuando se realizan programas de ejercicio físico con metodologías específicas o que este componente sea incluido dentro del programa de ejercicios³⁴. Se plantea la hipótesis de que los niveles de movilidad articular están relacionados con la actividad física autopercebida y la composición corporal. Sin embargo, en la población universitaria,

son escasos los trabajos desarrollados con el fin de analizar esta triada (nivel de movilidad articular, composición corporal y la actividad física). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es analizar la relación entre los niveles de movilidad articular, la composición corporal y actividad física autopercebida en estudiantes universitarios.

Metodología

La presente investigación tiene un diseño transversal con un alcance descriptivo-correlacional. Su objetivo es describir los hallazgos de las variables de estudio y explorar posibles asociaciones entre ellas. Se utilizó un muestreo por conveniencia, en el cual los sujetos participaron por su propia voluntad e interés en el estudio. Se optó por este tipo de muestreo debido a que en varias de las valoraciones que se llevaron a cabo, los sujetos debían realizar diversos movimientos corporales, y algunas personas podían sentirse incómodas y vulnerables durante el proceso. El proceso de divulgación y captación de participantes tuvo una duración de tres semanas, a través de afiches de invitación e información, así como a través de grupos de WhatsApp de los diferentes semestres académicos.

Población y muestra

Se realizó convocatoria abierta a estudiantes del programa académico de entrenamiento deportivo jornada diurna de una universidad privada de la ciudad de Bogotá (N=700 estudiantes). Como criterio de inclusión se consideró ser mayor de edad, estar matriculado y activo para el 2023, estar físicamente saludable sin patología o lesión osteomuscular en el momento del estudio que limitara la realización de los movimientos del flexitest. Para ello se consideró el cuestionario PAR-Q³⁵, donde los sujetos que indicaran de manera afirmativa en alguno de los ítems se considera que no estaba físicamente saludable. Como criterio de exclusión se consideró ser deportista de altos logros, perteneciente a alguna de las selecciones deportivas de la ciudad, estar en algún tratamiento médico o proceso de rehabilitación física.

Instrumentos

Composición corporal: se utilizó la báscula de bioimpedancia tetrapolar (Omron Hbf-514C). Cada

participante se ubicó sobre la báscula descalzo con los brazos extendidos perpendiculares al suelo sujetando con las manos los electrodos manuales. Se garantizaron las recomendaciones técnicas para las mediciones de bioimpedancia sugeridas por Alvero et al³⁶.

Talla: la talla se calculó con el estadiómetro digital (InBody Co), rango de error: $\pm 0,5$ cm. En posición anatómica con la cabeza erguida según el plano de Frankfurt.

Nivel de actividad física: se utilizaron las categorías de auto informe propuesto por Heredia y García-Orea³⁷, las cuales constituyen una adaptación de la escala del cuestionario IPAQ. Esta adaptación se hizo necesaria dado que el cuestionario IPAQ original no logra distinguir adecuadamente entre aquellos individuos que realizan actividad física vigorosa más de tres veces por semana, esta propuesta indaga retrospectivamente sobre la actividad física realizada durante la semana anterior a la recolección de los datos, donde sujetos:

- *Inactivos* = 1, son aquellas personas que no realizan ningún tipo de actividad física sistemática durante la semana.
- *Nivel bajo de actividad física* = 2, realizan entre 1 y 2 veces a la semana.
- *Moderadamente activo* = 3, entre 2 y 3 veces.
- *Activo* = 4, entre 4 y 5 veces.
- *Altamente activo* = 5, más de 5 veces.

Los sujetos ante esta escala indicaron su nivel de AF de forma retrospectiva de acuerdo con la última semana.

Movilidad Articular: se utilizó la batería de test adimensional Flexitest, que mide la amplitud de movimiento o rango de movimiento, diseñada por Araujo^{25,32}, instrumento que tiene a nivel general una confiabilidad alta ($r = 0,947$), ha mostrado una correlación intraclase entre 0,78 y 0,99 en la fiabilidad intraobservador, y de 0,83 y 0,88 en la fiabilidad interobservador; respecto a la validación concurrente, se ha empleado el test de Beighton-Hóran para algunos de los movimientos del flexitest, encontrándose una concordancia alta ($r = 0,81$)²⁵. Esta batería consta de 20 movimientos distribuidos en las principales articulaciones del cuerpo, entre ellas, muñeca (radiocarpiana), codo (húmero

cubital-radial), hombro (glenohumeral), cadera (coxofemoral), rodilla (tibiofemoral-patelofemoral) y tobillo (tibioperonea-astragalina).

Cada movimiento se evalúa utilizando una imagen guía con la cual se compara el movimiento ejecutado por el participante, y se puntúa en una escala ordinal del 0 al 4. Un valor de 4 refleja un mayor grado

de amplitud de movimiento, mientras que una puntuación menor indica una menor amplitud de movimiento, tal como se muestra en el ejemplo de la Figura 1. Adicionalmente, se realizó la sumatoria de todas las puntuaciones otorgadas en los movimientos, para posteriormente identificar nivel de movilidad articular según el percentil correspondiente, el cual se discrimina por sexo y edad²⁵.

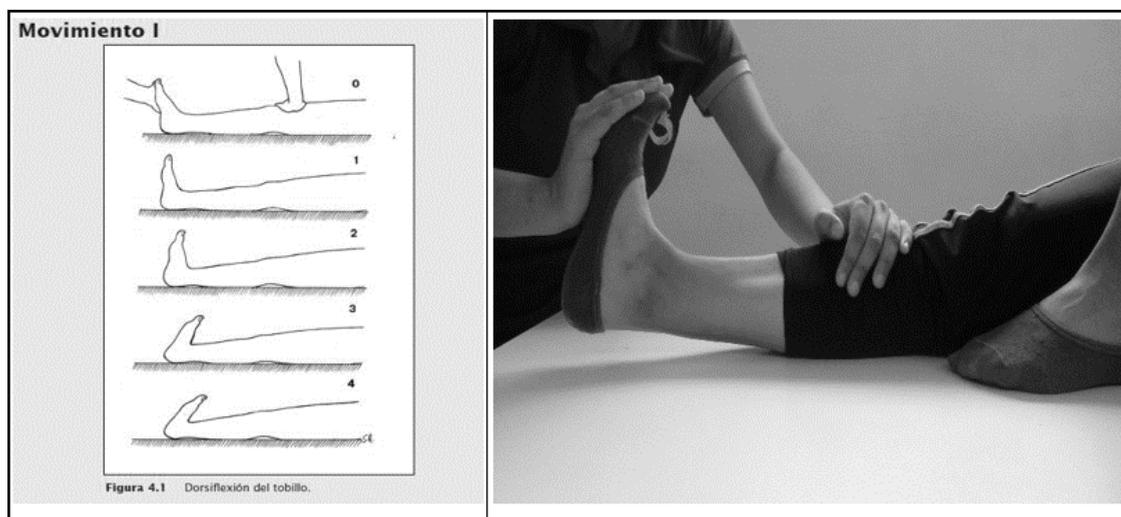


Figura 1. Escala de valoración del Flexitest y ejemplo de evaluación.

Fuente: Araujo CG. Flexitest: An Innovative Flexibility Assessment Method. Physiotherapy Canada. Human Kinetics; 2005.

Procedimiento

Las valoraciones se realizaron en el horario de 10:00 a. m. a 1:00 p. m. del 30 de mayo al 16 de junio de 2023, la recolección de la información se realizó durante 14 días hábiles en las instalaciones de la universidad, para evitar las bajas temperaturas de la mañana, con el fin de controlar la influencia de la temperatura externa de la ciudad de Bogotá que se encuentra a una altitud aproximada de 2600 m.s.n.m, como factor externo limitante de la movilidad articular. Posterior a la valoración de la composición corporal y estatura, se incluyó un calentamiento dinámico de 10 minutos que incluían trote continuo durante 10 minutos con el fin de disminuir la viscosidad articular aumentando la temperatura corporal e iniciar con las valoraciones de la movilidad articular.

Previo a las valoraciones de los participantes se informaron algunas recomendaciones, entre ellas: a) ningún tipo de actividad física sistemática debe realizarse al menos una hora con anterioridad al test, b) previo a la evaluación deben retirarse objetos personales como gafas, relojes, joyas u otro elemento

que pueda generar un riesgo en la salud o restringir algún movimiento, c) atender a las orientaciones del evaluador respecto al movimiento a realizar e indicar el momento en que alcance la máxima amplitud.

Las valoraciones se realizaron en un espacio cerrado, en ropa deportiva que permitiera la libre realización de los movimientos (pantaloneta y camiseta). Las valoraciones fueron realizadas por dos de los investigadores del estudio con experiencia previa en este tipo de valoraciones, con grado de magíster en Actividad Física o afines. Durante cada movimiento se realizó el registro fotográfico para posteriormente ser comparado con las imágenes guía y escala valorativa propuesta por Araujo²⁵. Un evaluador acompañó la realización de cada movimiento hasta donde el evaluado indicara haber alcanzado la máxima amplitud y una ligera incomodidad según la escala Perflex, expresando la palabra “ah!”. Un segundo evaluador realizó el registro fotográfico de los movimientos, verificando una correcta captura (imagen y ángulo), para ello se utilizó un dispositivo móvil de 12 megapíxeles, apertura de $f/1.8$ (iPhone 7 Plus) sujetado de un trípode,

ubicándolo perpendicular a la articulación a evaluar con una distancia de 1m aproximadamente. Para el análisis de la información del Flexitest se diseñó una plantilla *ad hoc* en Excel (ver Figura 2), donde dos

evaluadores independientes registraban valoración de cada movimiento. En caso de haber desacuerdos en las valoraciones, estas se resolvieron de manera conjunta.

FICHA DE VALORACION INDIVIDUAL FLEXITEST					
NOMBRE DEL EVALUADO	Mxxxxx	EDAD:	22	PUNTAJE TOTAL	47
MASA CORPORAL (KG):	60	ESTATURA (mt):	1.71	PERCENTIL	30
MOVIMIENTO GUIA	MOVIMIENTO EVALUADO		PUNTAJE	NIVEL	Medio Bajo
Movimiento XIV  <small>Figura 4.14 Flexión del codo.</small>			2		

Figura 2. Ejemplo del diligenciamiento de la plantilla Ad hoc utilizada en el Flexitest.
Fuente: elaboración propia.

Consideraciones éticas

La participación de los sujetos del estudio se realizó de manera libre y voluntaria. Dando libertad para retirarse del mismo en cualquier momento. Los participantes realizaron lectura del correspondiente consentimiento informado y autorizaron su participación. Se verificó la confidencialidad de los datos de los participantes resaltando su uso exclusivamente con fines académicos, evitando por cualquier medio la difusión de información de algún sujeto de manera particular. El estudio fue aprobado por el comité de ética de investigación de la rectoría Uniminuto Bogotá (Acta 04 de 2023). Se consideraron los lineamientos estipulados en la declaración de Helsinki y la Resolución 08430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Análisis de datos

La información de todas las valoraciones se consolidó en una plantilla Excel y fue exportada al software estadístico. Se verificó la distribución normal mediante la prueba Shapiro Wilk, encontrando que algunas variables no cumplían con este supuesto. Posteriormente, se calcularon estadísticas descriptivas como la media y la desviación estándar, para aquellas variables continuas que cumplían con el supuesto de normalidad. Para las variables

continuas que no cumplían con este supuesto, se utilizó la mediana, el rango intercuartílico junto con los valores extremos mínimo y máximo.

Luego, se llevaron a cabo pruebas de comparación en función del sexo con respecto a las variables de composición corporal y puntuaciones del Flexitest. Para esto, se emplearon las pruebas de T de Student y Mann-Whitney, a su vez, el tamaño de efecto que es una medida estadística de la magnitud de la diferencia. Se consideró un efecto pequeño: 0,10 - 0,29; moderado: 0,30 - 0,49 y grande: 0,50 o mayor. Asimismo, se realizaron pruebas de comparación en función de la actividad física autorreportada utilizando la prueba Kruskal-Wallis. Finalmente, se llevaron a cabo pruebas de asociación entre las variables de estudio mediante la correlación de Spearman (correlación débil <0,30; moderada <0,50 y, alta > 0,50). Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software JASP® versión 0.18.3, conservando un nivel de significancia de 0,05.

Resultados

En el estudio participaron 72 sujetos. De estos, 62 son hombres (86,1%) con una edad promedio de 22,4 ± 3,74 años (18 a 32 años) y estatura de 1,73 ± 0,04 m (1,65 a 1,85 m). Las mujeres participantes fueron 10 (13,8%), con una edad promedio de 21,6 ± 1,89 años (19 a 25

años) y estatura de $1,61 \pm 0,07$ m (1,52 a 1,78 m). En la Tabla 1 se observan los datos sociodemográficos de los participantes del estudio discriminados por sexo,

donde los valores de masa corporal y porcentaje de grasa corporal no cumplieron los supuestos de distribución normal ($p < 0,05$).

Tabla 1. Datos sociodemográficos y de composición corporal de los participantes en el estudio.

	Masa C (kg)		% MG		% Muscular		% Masa ósea	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Mediana	--	--	14,45	27,20	--	--	--	--
Promedio	67,50	58,20	--	--	46,21	36,70	9,74	6,27
SD	9,38	4,34	--	--	3,26	0,96	1,17	0,54
Coe. Var	0,13	0,08	0,46	0,15	0,07	0,02	0,12	0,09
Asimetría	0,54	-0,20	0,78	-0,21	-0,44	-0,83	0,44	0,72
Curtosis	-0,20	-0,60	0,60	-2,00	-0,07	0,15	-0,13	-0,31
p	0,06	0,97	0,01*	0,08	0,22	0,12	0,22	0,37
RIQ	--	--	33,10	10,30	--	--	--	--
Mínimo	52,00	51,00	5,20	20,80	37,00	34,80	7,70	5,70
Máximo	95,00	65,00	38,30	31,10	52,70	37,60	13,10	7,30

SD: Desviación Estándar. Coe. Var: Coeficiente de variación. p: p Shapiro-Wilk. RIQ: Rango intercuartílico. Masa C: Masa corporal. % MG: Porcentaje de masa grasa corporal. H: Hombre. M: Mujer. *: $p < 0,05$ (no cumple el supuesto de distribución normal).

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la composición corporal, se observan diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo mayores los valores en los hombres (ver Tabla 2). Por otro lado, los valores de flexíndice general que arroja la batería Flexitest, los hombres obtuvieron un promedio de $48,92 \pm 6,40$, p Shapiro-Wilk = 0,02, Me 49,50, mínimo 28 y máximo 66. Las mujeres un promedio de $55,50 \pm 5,48$, p Shapiro-Wilk = 0,23, reflejando diferencias entre sexo, donde las mujeres presentan valores superiores ($p < 0,05$). De acuerdo con las categorías propuestas en el Flexitest según los niveles de movilidad, se observó un predominio en los niveles alto y muy alto. Niveles: Muy bajo (2,7 %), Bajo (9,6 %), Medio bajo (1,4 %), Medio (6,8 %), Medio alto (13,7 %), Alto (45,2 %), Muy alto (15,1 %) y, finalmente, Extremadamente alto (5,5 %). En la tabla 2 se observan las estadísticas correspondientes a las variables de estudio donde se compararon hombres respecto a las mujeres, los tamaños de efecto que expresan la magnitud de la diferencia indican un valor grande, a su vez, la diferencia real en cada variable, esto al comparar la mediana o media de cada variable entre sexos.

Tabla 2. Comparación de las variables de estudio entre hombres y mujeres.

	Test	p	Tamaño del efecto (95% CI)	Diferencia
Masa C (kg)	T Student	0,003*	-1,045 (-1,732, -0,352)	6,5 kg
% MG	Mann-W	< 0,001	0,818 (0,642, 0,912)	12,8 %
% muscular	T Student	< 0,001	-3,104 (-3,939, -2,254)	9,5 %
% Masa ósea	T Student	< 0,001	-3,124 (-3,961, -2,273)	3,5 %
Flexíndice	Mann-W	0,003*	0,594 (0,287, 0,790)	6,5 pts

% MG: Porcentaje de masa grasa corporal. Masa C: Masa corporal; *: diferencias significativas a un $p < 0,05$. Note. Para Student t-test, el tamaño del efecto viene dado por Cohen's d. y, para Mann-Whitney test por la correlación biserial por rangos.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de asociación (correlación de Spearman) entre las variables de estudio reveló la ausencia de

asociaciones significativas entre las puntuaciones del flexíndice y las demás variables. No obstante, se observaron asociaciones entre ciertos parámetros de la composición corporal y la actividad física

autopercebida (ver Tabla 3). Destacan especialmente la asociación inversa entre la última y el porcentaje de masa grasa (correlación alta), así como la asociación directa moderada con la masa ósea.

Tabla 3. Asociación entre los valores de movilidad articular, composición corporal y niveles de actividad física autopercebida.

Variable		Edad	Talla	MG (%)	MM (%)	MO (%)	Nivel AF
Talla (m)	rho	-0,01	—				
	p-value	0,93	—				
	LI 95 % CI	0,22	—				
	LS 95 % CI	-0,24	—				
MG (%)	rho	0,16	-0,46***	—			
	p-value	0,19	<0,001	—			
	LI 95 % CI	0,38	-0,26	—			
	LS 95 % CI	-0,08	-0,62	—			
MM (%)	rho	-0,32**	0,31**	-0,80***	—		
	p-value	0,01	0,01	<0,001	—		
	LI 95 % CI	-0,09	0,50	-0,69	—		
	LS 95 % CI	-0,51	0,08	-0,87	—		
MO (%)	rho	0,41***	0,53***	-0,06	-0,20	—	
	p-value	<0,001	<0,001	0,61	0,10	—	
	LI 95 % CI	0,58	0,68	0,17	0,04	—	
	LS 95 % CI	0,19	0,34	-0,29	-0,41	—	
Nivel AF	rho	0,13	0,27*	-0,55***	0,08	0,41***	—
	p-value	0,26	0,02	<0,001	0,48	<0,001	—
	LI 95 % CI	0,36	0,48	-0,36	0,31	0,59	—
	LS 95 % CI	-0,10	0,04	-0,69	-0,15	0,20	—
Flexíndice	rho	-0,03	-0,01	-0,19	-0,03	-0,22	0,20
	p-value	0,78	0,93	0,11	0,80	0,06	0,09
	LI 95 % CI	0,20	0,22	0,04	0,20	0,01	0,42
	LS 95 % CI	-0,26	-0,24	-0,41	-0,26	-0,43	-0,03

MG: Masa grasa corporal. MM: Masa muscular. MO: Masa ósea. AF: Actividad física. LI: Límite inferior. LS: Límite superior. * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a los niveles de actividad física de los participantes, cuatro (5,56 %) sujetos se encuentran en el nivel de “Inactivo” físicamente, 22 (30,56 %) en un “Bajo nivel de actividad física”, 15 (20,83 %) en “Moderadamente activo”, 21 (29,17 %) en “Activo” y 10 (13,89 %) en “Altamente activo”. Los análisis inferenciales no paramétricos muestran

que no existen diferencias significativas entre los diferentes grupos de actividad física autorreportada y los niveles de movilidad articular. Flexíndice total: Sujetos inactivos $52,5 \pm 6,8$, nivel bajo de actividad física $47,3 \pm 8,3$, moderadamente activo $49,8 \pm 6,3$, activo ($49,9 \pm 4,2$ y, altamente activo $54,2 \pm 5,3$); $H(4) = 7,811$, $p = 0,09$ (ver Figura 3).

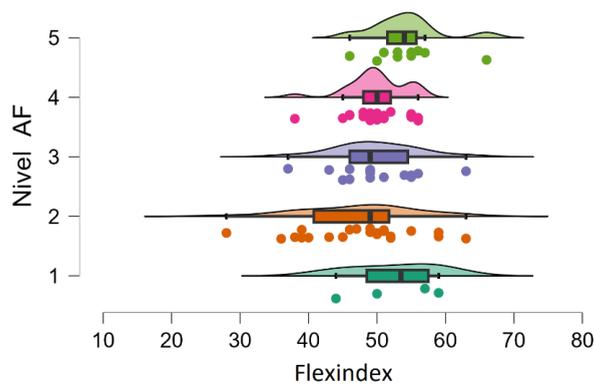


Figura 3. Comparación del nivel de movilidad articular y los grupos según la actividad física autorreportada. AF: Actividad física. **Fuente:** elaboración propia.

Discusión

El propósito de este estudio fue analizar la relación entre los niveles de movilidad articular, la composición corporal y la actividad física autopercebida en estudiantes universitarios. En relación con los percentiles propuestos por Araujo²⁵ para el nivel de movilidad articular, los participantes de este estudio presentaron valores superiores a los reportados por Valencia et al³⁸ en deportistas de CrossFit de diferentes niveles de rendimiento (intermedio, avanzado y élite) y similares a los reportados en estudiantes universitarios de educación física³⁹, valores medios y altos.

En un análisis secundario, se encontró que las mujeres presentaban valores superiores en los niveles de movilidad articular en comparación con los hombres, según lo reportado en el flexíndice con diferencias estadísticamente significativas, aspecto que también ha sido observado en otros estudios que han implementado el flexitest en población universitaria³⁹. Estas diferencias se deben a varias razones respaldadas por la evidencia científica. Por ejemplo, en cuanto a la apariencia física, los hombres tienden a tener hombros más anchos y caderas más estrechas que las mujeres debido a diferencias en la forma de la pelvis y la distribución de la masa grasa corporal. Por otro lado, las mujeres presentan un pico de masa ósea menor durante su crecimiento y desarrollo en comparación con los hombres y tienden a experimentar una pérdida de masa ósea más acelerada antes, durante y después del climaterio/menopausia, ocasionada principalmente por la disminución de los niveles de

estrógeno. Estos aspectos influyen en la estructura de las articulaciones y en la mayor movilidad que se observa en las mujeres^{40,41}.

Tanto hombres como mujeres tienen cantidades similares de colágeno, pero puede haber diferencias en la distribución y la estructura de los diferentes tipos de colágeno en ciertos tejidos. Por ejemplo, se ha observado que las mujeres tienen una mayor proporción de colágeno tipo III en la piel en comparación con los hombres, lo que puede influir en una mayor elasticidad y en la apariencia de la piel⁴². En cuanto a la elastina, otra proteína estructural del tejido conectivo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en términos de cantidad o estructura, aunque con el avance de la edad parece generarse una diferencia en la relación colágeno/elastina⁴³.

En relación con el músculo estriado que sirve de soporte al sistema óseo, la titina, una proteína gigante presente en el tejido muscular, no muestra diferencias significativas en su estructura o función entre hombres y mujeres. La titina desempeña un papel importante en la elasticidad y el funcionamiento muscular, y su composición y propiedades son similares en ambos sexos⁴⁴. Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias son generales y existen variaciones individuales significativas, que pueden influir en la movilidad articular de las personas.

Los hallazgos del presente estudio no evidenciaron una relación entre los niveles de movilidad articular y el nivel de actividad física autopercebida y masa muscular, aspecto que también fue evidenciado por Duarte et al⁴⁵, en población escolar de 10 a 11 años, al utilizar el test V-Sit and Reach (modificación del original Sit and Reach) que evalúa la capacidad de elongación de la musculatura isquiosural. Parece ser que la movilidad tiene un comportamiento indistinto a la cantidad de masa muscular de los sujetos y la frecuencia con la que realiza actividad física, a menos que se realicen programas específicos de ejercicios con orientación a la mejora de la movilidad articular, como se ha observado en programas en población adulta mayor⁴⁶, aunque se deben considerar sus beneficios y mayor importancia dentro del campo de la aptitud física y la salud⁴⁷. Sin embargo, se encontraron asociaciones inversas entre los niveles de actividad física autopercebida y el porcentaje de masa grasa corporal, y asociaciones positivas con el porcentaje de masa ósea, aspecto que ha sido

confirmado en múltiples estudios como un beneficio de una mayor frecuencia semanal de ejercicio con respecto a una adecuada masa muscular y masa ósea en el ámbito de la salud⁴⁸⁻⁵⁰. Adicionalmente, debe considerarse que una reducción en los niveles de movilidad articular habitual puede conducir a dificultades en el desarrollo de AVC, como sentarse y levantarse del suelo. Barreto et al⁵¹ evidenciaron que sujetos de distintas edades con un nivel bajo de movilidad articular presentaban una mayor dificultad en esta acción motriz en comparación con sus contemporáneos de mayor amplitud de movimiento. A su vez, la evidencia empírica indica que, en edades tempranas, los niños y niñas con óptimos valores de flexibilidad han presentado mejores puntuaciones en la competencia motriz, aspecto importante para su desarrollo psicobiológico⁵².

Nuestros hallazgos no encontraron diferencias significativas entre los grupos según la frecuencia de actividad física autopercebida a la semana, contrariamente a lo observado en deportistas adolescentes practicantes recreacionales de fútbol y no practicantes⁵³. La figura 2 permite observar valores ligeramente superiores en aquellos con mayor práctica. Parece que los sujetos pertenecientes al grupo de nivel "Inactivo" físicamente tienen mayores valores promedio que los grupos 2, 3 y 4, pero debe considerarse que este grupo estuvo conformado únicamente por cuatro sujetos, tres de ellos mujeres, lo que altera el valor promedio del grupo y puede llevar a interpretaciones erróneas.

Un análisis secundario identifica que más del 56% de los participantes no cumplen con las recomendaciones mínimas de actividad física a la semana recomendadas por la OMS⁵⁴. Además, al ser población universitaria, se debe considerar el tiempo que pasan sentados en sus respectivos espacios académicos, lo que puede resultar en un aumento de la rigidez en ciertas áreas musculotendinosas, como se ha evidenciado en estudios donde se encontró una correlación moderada entre el tiempo que se pasa sentado en una silla y un incremento en la rigidez de los isquiotibiales y una reducción en el ángulo poplíteo⁵⁵. Además, es importante tener en cuenta que el estilo de vida adoptado por las personas puede influir en la movilidad articular en la edad adulta, como se ha expuesto en algunos estudios⁵⁶, además de considerar los efectos positivos que los ejercicios de movilidad tienen en la función endotelial vascular⁵⁷. Por lo tanto, se deben realizar esfuerzos

dentro de las propias instituciones universitarias para incentivar y motivar a sus miembros para adquirir estilos de vida saludables donde se incluya, entre otros componentes, la actividad física sistemática como un medio indispensable para preservar o mejorar esta cualidad física.

Una de las limitaciones de este estudio es su diseño transversal, que no permite el seguimiento a lo largo del tiempo de posibles cambios en la movilidad articular en relación con las variaciones que pueden ocurrir en los niveles de actividad física o los cambios en la composición corporal. Por lo tanto, se recomiendan futuros estudios de corte longitudinal que aborden estos aspectos. Otra limitación es el sesgo de selección debido al tipo de muestreo no probabilístico utilizado, lo cual no permite un control sobre la representatividad de la muestra en relación con la población total de la institución universitaria. El cálculo muestral para el estudio de asociación exigió una muestra mayor a la que participó en el estudio. Este sesgo de selección implica que los resultados del presente estudio no sean generalizables a toda la población objetivo, lo que limita la validez externa de los hallazgos y su capacidad para ser extrapolados a otros contextos.

Por lo tanto, se sugiere que futuros estudios implementen muestreos de mayor rigurosidad científica e incluyan una mayor cantidad de mujeres. Además, la utilización de una escala subjetiva para evaluar el nivel de actividad física, aunque común en la comunidad científica, puede estar sujeta a sesgos de memoria por parte de los participantes, aunque utilizada en los exámenes pre-participación previo al inicio de programas de actividad física y ejercicio, esta no ha sido validada en el contexto colombiano. En consecuencia, se sugiere incluir otros instrumentos o mecanismos para contrastar la información recopilada y mejorar la fiabilidad de los resultados. Finalmente, se recomiendan estudios en los que las mediciones de la movilidad se realicen en diferentes franjas horarias para observar posibles diferencias en las zonas horarias (tanto interindividuales como intraindividuales).

Conclusiones

Contrariamente a lo esperado, los niveles de movilidad articular no se asociaron significativamente con la composición corporal y los niveles de actividad física autopercebida. Aunque se encontró una

asociación significativa inversa entre la masa grasa corporal y la actividad física autopercebida, es decir, a menores niveles de actividad física, se observaron mayores niveles de porcentaje de grasa y viceversa. Además, se encontró una asociación directa entre la actividad física y la densidad ósea; a mayores niveles de actividad física se registró una mayor masa ósea. Estos hallazgos resaltan la importancia de la actividad física sistemática para mantener una composición corporal saludable. Por otro lado, el flexíndice y la composición corporal varían según el sexo, por lo que cada una de estas variables debe analizarse de manera independiente. Se recomiendan estudios donde se incluyan muestreos paramétricos y diseños de corte longitudinal para una mejor comprensión de las variables de estudio.

Aplicaciones prácticas

Se deben diseñar estrategias a nivel institucional para la promoción de la actividad física que incluya el componente de movilidad articular, con el fin de generar hábitos saludables, cumpliendo con las recomendaciones en cuanto a la frecuencia semanal y evitar posibles alteraciones músculo-tendinosas y alteraciones no saludables en la composición corporal por las largas jornadas académicas que posiblemente permanecen sentados los estudiantes en sus respectivas clases.

Financiamiento

La presente investigación tuvo financiamiento por parte de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y la Fundación Universitaria del Área Andina. Ambas instituciones con sedes en la ciudad de Bogotá, Colombia.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los investigadores agradecen a los participantes del estudio que permitieron la realización de este estudio.

Referencias bibliográficas

1. Warren JM, Ekelund U, Besson H, Mezzani A, Geladas N, Vanhees L, et al. Assessment of physical activity - A review of methodologies with reference to epidemiological research: A report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2010;17(2):127–139.
2. Sanchez-Lastra MA, Varela S, Martínez-Aldao D, Ayán C. Questionnaires for assessing self-perceived physical fitness: A systematic review. *Exp Gerontol.* 2021;152:111463.
3. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health.* 2018;6(10):e1077–1086.
4. Colombia. Ministerio de salud y protección social. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN. 2015.
5. SaluData [Internet]. Bogotá. Datos de Salud: Actividad Física. 2022. Disponible en: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/indicadores/proporcion-de-personas-que-realizan-actividad-fisica-en-bogota-d-c/>
6. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. La OPS insta a hacer frente a la obesidad, principal causa de enfermedades no transmisibles en las Américas; 2023 Mar 03. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/3-3-2023-ops-insta-hacer-frente-obesidad-principal-causa-enfermedades-no-transmisibles>
7. SaluData [Internet]. Bogotá. Malnutrición en población de 18 a 64 años en Bogotá D.C. 2023. Disponible en: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/indicadores/malnutricion-de-18-a-64-anos/>
8. Medeiros HB, de Araújo DS, de Araújo CG. Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Dordr).* 2013;35(6):2399-2407.
9. Faisal AI, Majumder S, Mondal T, Cowan D, Naseh S, Deen MJ. Monitoring Methods of Human Body Joints: State-of-the-Art and Research Challenges.

- Sensors (Basel). 2019;19(11):2629.
10. Eckstein F, Hudelmaier M, Putz R. The effects of exercise on human articular cartilage. *J Anat.* 2006;208(4):491–512.
 11. Daste C, Kirren Q, Akoum J, Lefèvre-Colau MM, Rannou F, Nguyen C. Physical activity for osteoarthritis: Efficiency and review of recommendations. *Joint Bone Spine.* 2021;88(6):105207.
 12. Cerit B. Determination and Evaluation of the Needs of the Patients with Knee Osteoarthritis in their Daily Living Activities. *Procedia Soc Behav Sci.* 2014;152:841–844.
 13. Papalia GF, Papalia R, Diaz LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, et al. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2020;9(8):2595.
 14. Holland GJ, Tanaka K, Shigematsu R, Nakagaichi M. Flexibility and physical functions of older adults: A review. *J Aging Phys Act.* 2002;10(2):169–206.
 15. Milanović Z, Pantelić S, Trajković N, Sporiš G, Kostić R, James N. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging.* 2013;8:549–556.
 16. Kwak CJ, Kim YL, Lee SM. Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility and gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(11):3189–3196.
 17. Sivaramkrishnan D, Fitzsimons C, Kelly P, Ludwig K, Mutrie N, Saunders DH, et al. The effects of yoga compared to active and inactive controls on physical function and health-related quality of life in older adults - systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2019;16(1):33.
 18. Butler KM, Ramos JS, Buchanan CA, Dalleck LC. Can reducing sitting time in the university setting improve the cardiometabolic health of college students? *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2018;11:603–610.
 19. Vidarte JA, Vélez C, Parra JH. Sedentary lifestyle level in nine cities of Colombia: cluster analysis. *Arch Med Deporte.* 2016;33(4):253–258.
 20. Blázquez D. El calentamiento: una vía para la autogestión de la actividad física. Barcelona: INDE; 2004.
 21. Grabara M, Kołodziej G, Wójcik M. Spine flexibility and the prevalence of contractures of selected postural muscle groups in junior male football players. *Biomed Hum Kinet.* 2010;2:15–18.
 22. Bonilla DA, Peralta JO, Bonilla JA, Cannataro R, Cardozo LA, Vargas S, et al. Insights into Non-Exercise Physical Activity on Control of Body Mass: A Review with Practical Recommendations. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2023;8(2):44.
 23. Dantas EH, Salomão PT, Vale RGS, Achour J, Simão R, Figueiredo NMA. Escala de esforço percebido na flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade? *Fit Per J.* 2008;7(5):289–294.
 24. Dantas E, Daoud R, Trott A, Nodari R, Conceição M. Flexibility: components, proprioceptive mechanisms and methods. *Biomed Hum Kinet.* 2011;3:39–43.
 25. Araújo CGS. Flexitest: An Innovative Flexibility Assessment Method. *Physiotherapy Canada: Human Kinetics;* 2005.
 26. Reitz GS, Chirolli MJ, Assunção MN, Crippa PVS, Pereira SM, Roesler H. Influência do tratamento intensivo com suporte de peso corporal na função motora de crianças com paralisia cerebral. *Acta Fisiatr.* 2018;25(4):195–199.
 27. Avelino H, Rodrigues MN, Landim V, Corrêa H, Mazzocante R, Pimentel A. A influência das diferentes posições de ginastas de ginástica acrobática sobre composição corporal, flexibilidade, força, agilidade e aptidão aeróbica. *RBPeCS.* 2018;5(9):10–15.
 28. Marinho BF, DelVecchio FB, Franchini E. Condición física y perfil antropométrico de atletas de artes marciales mixtas. *RAMA.* 2011;6(2):7–18.
 29. da Silva TLTB, da Silva JG, Macedo FN, Santos MN, de Melo VU, Mota MM. Avaliação dos níveis de flexibilidade de faixas pretas de jiu-jitsu da categoria master. *Braz J of Dev.* 2021;7(2):15755–15765.
 30. Roa-López IB. Índice de flexibilidad en deportistas de rendimiento de la ciudad de Bogotá. *Umbral Científico.* 2009;(15):34–39.
 31. Rodríguez-Casallas JI, Gracia-Díaz ÁJ. Evaluación del método Flexitest en los niños y niñas de la escuela de ciclismo de Cajicá - categoría pre infantil e infantil. *Rev digit: Act Fís Deport.* 2018;1(2):22-33.
 32. Soares de Araújo CG. Flexibility assessment: normative values for Flexitest from 5 to 91 years of age. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90(4):257–263.
 33. Oliveira-Medeiros HB, Soares de Araújo DSM, Soares de Araújo CG. Age-related mobility loss is joint-specific: An analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Dordr).* 2013;35(6):2399–2407.

34. Pallarés JG, Hernández-Belmonte A, Martínez-Cava A, Vetrovsky T, Steffl M, Courel-Ibáñez J. Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2021;31(10):1866–1881.
35. Canadian Society for Exercise Physiology. Physical activity training for health. Ottawa; 2013.
36. Alvero-Cruz JR, Cabanas-Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martínez-Riaza L, Moreno-Pascual C, Porta-Manzañido J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría (GREC) de la federación española de medicina del deporte (FEMEDE). Versión 2010. *Arch Med Deporte*. 2010;27(139):330–344.
37. Heredia-Elvar JR, García-Orea GP. El entrenamiento de la fuerza para la mejora de la condición física y la salud. Editorial Círculo Rojo; 2019.
38. Valencia-Sánchez WG, Hoyos-Manrique JE, Bedoya-Chavarría WE, Agudelo-Velásquez CA. ¿Existen diferencias en la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal en los competidores de CrossFit® según su categoría? *Retos*. 2023;47:866–877.
39. Cardozo LA, Yáñez CA, Moreno-Jiménez J, Beltrán-Ahumada C, Kreider RB, Bonilla DA. Joint mobility in physical education majors: A hierarchical clustering analysis. *JPES*. 2021;21(5):2752–2761.
40. Kralick AE, Zemel BS. Evolutionary Perspectives on the Developing Skeleton and Implications for Lifelong Health. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:99.
41. Khosla S, Melton LJ, Riggs BL. The unitary model for estrogen deficiency and the pathogenesis of osteoporosis: Is a revision needed? *J Bone Miner Res*. 2011;26(3):441–451.
42. Varani J, Dame MK, Rittie L, Fligiel SEG, Kang S, Fisher GJ, et al. Decreased collagen production in chronologically aged skin: Roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. *Am J Pathol*. 2006;168(6):1861–1868.
43. Czekalla C, Schönborn KH, Döge N, Jung S, Darvin ME, Lademann J, et al. Impact of Body Site, Age, and Gender on the Collagen/Elastin Index by Noninvasive in vivo Vertical Two-Photon Microscopy. *Skin Pharmacol Physiol*. 2017;30(5):260–267.
44. Linke WA. Titin Elasticity in the Context of the Sarcomere: Force and Extensibility Measurements on Single Myofibrils. En: Granzier HL, Pollack GH (eds). *Elastic Filaments of the Cell. Advances in Experimental Medicine and Biology*. Vol 481. Springer, Boston, MA. 2000. 179-206
45. Duarte N, Faúndez F, Vargas R, Guerrero G, Medina K, Arancibia J, et al. Correlación y comparación entre el nivel de actividad física y flexibilidad en niños y niñas de 10 a 11 años de edad de un colegio de Concepción. Chile. *REVISTACAF.UCM*. 2021;22(1):1-10.
46. Farinatti P, Rubini E, Silva E, Vanfraechem J. Flexibility of the Elderly after One-Year Practice of Yoga and Calisthenics. *Int J Yoga Therap*. 2014;24(1):71–77.
47. Bouguezzi R, Sammoud S, Markov A, Negra Y, Chaabene H. Why Flexibility Deserves to Be Further Considered as a Standard Component of Physical Fitness: A Narrative Review of Existing Insights from Static Stretching Study Interventions. *Youth*. 2023;3(1):146–156.
48. Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med*. 2001;31(12):863–873.
49. McCormick R, Vasilaki A. Age-related changes in skeletal muscle: changes to life-style as a therapy. *Biogerontology*. 2018;19(6):519–536.
50. Scott D. Reduced Skeletal Muscle Mass and Lifestyle. In: Walrand S, editor. *Nutrition and Skeletal Muscle*. London: Academic Press; 2019. p. 17–33.
51. Barreto LB, de Araújo DS, de Araújo CG. Does flexibility influence the ability to sit and rise from the floor?. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92(3):241–247.
52. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization; 2010
53. Fatima G, Qamar M, Ul Hassan J, Basharat A. Extended sitting can cause hamstring tightness. *Saudi J Sports Med*. 2017;17(2):110-114.
54. Lopes L, Póvoas S, Mota J, Okely AD, Coelho-e-Silva MJ, Cliff DP, et al. Flexibility is associated with motor competence in schoolchildren. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1806-1813.
55. Silvino VO, de Souza VS, Brito MC, da Cunha GC. Lower body flexibility and body mass index in adolescent recreational practitioners and non-practitioners of Futsal. *RSD*. 2020;9(9):1-13.
56. Matos-Duarte M, Martínez V, Sanz I, Berlanga

L. El estilo de vida como condicionante de la flexibilidad del adulto mayor. Retos. 2022;43:283–289.

57. Hotta K, Muller-Delp J. Microvascular Adaptations to Muscle Stretch: Findings From Animals and the Elderly. Front Physiol. 2022;13:939459.