

Relación entre los niveles de glucosa en sangre y fuerza máxima en una muestra de estudiantes universitarios

Relationship between blood glucose levels and maximum strength in a sample of university students

Jhonatan Camilo PEÑA IBAGON¹, Carlos Alberto OSORIO FIGUEROA¹, William Felipe MARTIN ALEMAN¹, Frank Jorge RINCON VASQUEZ¹, Luis Andres TELLEZ TINJCA²

1 Grupo de investigación y medición en entrenamiento deportivo (IMED), Facultad de ciencias de la salud y del deporte, Fundación Universitaria del Área Andina.

2 Grupo de investigación en entrenamiento deportivo y actividad física para la salud (GIEDAF), Universidad Santo Tomas, seccional Tunja.

Recibido: 22/abril/2021. Aceptado: 14/julio/2021.

RESUMEN

Introducción: Uno de los marcadores de salud metabólica que más asociación presenta con los niveles de fuerza máxima (FM) de una persona son los niveles de glucosa (GL). A pesar de esto, en población universitaria colombiana no se han desarrollado estudios que establezcan la relación entre estas variables.

Métodos: Durante el segundo semestre del año 2019 y el primer semestre del año 2020, se desarrolló un estudio descriptivo y transversal, en 139 estudiantes del programa de entrenamiento deportivo de la fundación universitaria del área andina (101 hombres y 38 mujeres) ubicada en Bogotá, Colombia. La GL en sangre fue evaluada con el equipo ACCUTREND, mediante la aplicación de una muestra capilar en condiciones de ayuno. La FM fue evaluada aplicando un protocolo directo para la medición de una repetición máxima (1RM) en 6 ejercicios diferentes: sentadilla completa en banco Smith, press pecho libre, extensión de rodilla en máquina, press militar libre sentado, prensa inclinada y jalón al pecho en máquina.

Resultados: Los hombres presentaron un mejor rendimiento en los protocolos de 1 RM en comparación con las mujeres ($P < 0.05$) mientras que en los niveles de GL no hubo diferencias ($P > 0.05$). En el total de la muestra, los participantes con menor desempeño en las variables de índice general de fuerza e índice general de fuerza ajustada (Q1) presentaron mayores niveles de GL en sangre en comparación con los de mejor desempeño (Q4) ($P < 0.05$).

Discusión y Conclusiones: Los resultados de esta investigación pueden ser de gran utilidad para los profesionales en el campo del entrenamiento deportivo ya que en contextos universitarios en los que no se puedan aplicar pruebas sanguíneas que permitan identificar la salud metabólica de sus estudiantes, la medición de la FM es una alternativa viable y práctica, para de forma indirecta, identificar los alumnos con una posible alteración metabólica.

PALABRAS CLAVES

Entrenamiento de fuerza, glucosa, condición física, adulto joven.

ABSTRACT

Introduction: One of the metabolic health markers that is most associated with a person's maximum strength (FM) levels are glucose (GL) levels. Despite this, no studies have been developed in the Colombian university population to establish the relationship between these variables.

Correspondencia:

Jhonatan Camilo Peña Ibagón
Jpena69@areandina.edu.co// enzocamilo_10@hotmail.com

Methods: During the second semester of 2019 and the first semester of 2020, a descriptive and cross-sectional study was developed, in 139 students of the sports training program of the university foundation of the Andean area (101 men and 38 women) located in Bogotá, Colombia. GL in blood was evaluated with the ACCUTREND equipment, by applying a capillary sample under fasting conditions. The FM was evaluated by applying a direct protocol for the measurement of a maximum repetition (1RM) in 6 different exercises: full squat on Smith bench, free chest press, knee extension on machine, seated free military press, incline press and chest pull on machine.

Results: Men presented better performance in the 1 RM protocols compared to women ($P < 0.05$), while there were no differences in GL levels ($P > 0.05$). In the total of the samples, the participants with lower performance in the variables of general index of strength and general index of adjusted strength (Q1) presented higher levels of GL in blood compared to those with better performance (Q4) ($P < 0.05$).

Discussion and Conclusions: The results of this research can be very useful for professionals in the field of sports training since in university contexts in which blood tests that allow identifying the metabolic health of their students cannot be applied, the measurement of FM is a viable and practical alternative to indirectly identify students with a possible metabolic disorder.

KEYWORDS

Resistance Training, Glucose, Physical Fitness, Young Adult

ABREVIATURAS

FM: FUERZA MAXIMA.

FMU: FUERZA MUSCULAR.

GL: GLUCOSA.

FP: FUERZA PRENSIL.

DT2: DIABETES MELLITUS TIPO 2.

1RM: 1 REPETICIÓN MAXIMA.

CM: CENTIMETROS.

KG: KILOGRAMOS.

IMC: INDICE DE MASA CORPORAL.

ENT: ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES.

INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular (FMU) es considerada actualmente como un indicador asociado a mortalidad por todas las causas y como un predictor independiente de enfermedad futura en poblaciones juveniles^{1,2}. Diferentes estudios han determinado que este componente de la condición física puede ser

utilizado como una forma indirecta para determinar la salud metabólica de una persona³. Desde el punto de vista nutricional, se han desarrollado investigaciones que han determinado que la FMU es un marcador indirecto de condiciones como obesidad y desnutrición, e incluso, puede ser una medida validada para identificar de forma temprana malas conductas alimentarias en niños⁴.

En Colombia, se han desarrollado estudios en los que se han establecido puntos de corte y valores de referencia que me permiten establecer, a partir de la medición de la fuerza prensil (FP), el riesgo potencial de un niño, adolescente o joven de padecer enfermedades crónicas no transmisibles durante su adultez⁵⁻⁸.

Uno de los marcadores de salud metabólica que más asociación presenta con los niveles de FMU de una persona son los niveles de glucosa (GL)⁹. Sobre este tema, se ha demostrado que una sola sesión ejercicio físico puede reducir las concentraciones circulantes de GL en sangre en sujetos que se encuentra en diferentes momentos del ciclo vital¹⁰. Adicionalmente, se ha demostrado que, en una sesión de entrenamiento, la contribución relativa de los sustratos energéticos depende de la duración, intensidad, volumen y tipo de ejercicio que se desarrolle¹¹. En este sentido, el trabajar fuerza máxima (FM), por encima del umbral ventilatorio 2, utiliza predominantemente la GL, siendo su aporte hasta 3 veces más que el de las grasas^{12,13}. En deportistas, se ha identificado que son más eficientes para utilizar el glucógeno muscular debido a la estimulación hormonal de las catecolaminas y la actividad de la fosforilasa, una enzima clave en la glucólisis¹¹.

Por esta razón, el entrenamiento de la FM es una metodología de ejercitarse más efectivas para el control de la GL en sangre y la prevención de diabetes mellitus tipo 2 (DT2), debido principalmente, al reclutamiento de una gran cantidad de masa muscular, al incremento de la sensibilidad a la insulina y a la activación de las vías de captación de GL¹⁴.

Todas estas investigaciones permiten hipotetizar que la medición de la FMU podría ser una metodología válida para determinar indirectamente los niveles de GL en sangre de una persona. Sobre este planteamiento, la mayor parte de los estudios se ha centrado en establecer esta relación, a través de la medición de la FP; no obstante, algunos autores, han establecido que esta técnica tiene algunas limitaciones ya que solo mide la fuerza isométrica en la musculatura del antebrazo lo que puede generar interpretación errónea de la verdadera condición muscular de una persona^{15,16}. En este sentido, la aplicación de protocolos de 1 repetición máxima (1RM) podrían ser una estrategia más acertada ya que se tendría en cuenta la fuerza dinámica.

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación es establecer la relación entre los niveles de GL y FM en una muestra de estudiantes universitarios.

METODOLOGÍA

Diseño y participantes: Durante el segundo semestre del año 2020 y el primer semestre del año del año 2021, se desarrolló un estudio descriptivo y transversal, en 139 estudiantes del programa de entrenamiento deportivo de la fundación universitaria del área andina (101 hombres y 38 mujeres) ubicada en Bogotá, Colombia. La selección de la muestra se obtuvo mediante un muestro no probabilístico por conveniencia. Como criterios de inclusión se establecieron el ser estudiante universitario activo y tener una edad entre los 18 y 30 años. Se excluyeron los participantes que contestaran "sí" a una de las preguntas del cuestionario PAR-Q¹⁷ o reportaran alguna incapacidad física que les impidiera desarrollar los protocolos de medición de la fuerza. Este estudio fue diseñado siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, la cual regula la investigación clínica en humanos. La aprobación de ética fue establecida por el comité de ética de la Fundación Universitaria del Área Andina (código= CVF2020-IM-B02).

Instrumentos y procedimientos: Todos los participantes fueron informados del objetivo de la investigación y de los protocolos que se les aplicarían, posteriormente, firmaron el consentimiento informado y se citaron para desarrollar los siguientes procedimientos:

Una repetición máxima: Para la valoración de 1RM, se aplicó un protocolo previamente validado para personas sin experiencia en entrenamiento de FMU¹⁸. Este procedimiento consistía en una sesión de familiarización en la que se enseñaba la técnica de cada uno de los ejercicios y la forma correcta de respirar durante las ejecuciones. En otra sesión, cuando los participantes ya dominaban la técnica con facilidad, se desarrolló un calentamiento de 5 minutos en banda sin fin al 70% de la frecuencia cardiaca máxima teórica y se realizó una preparación específica realizando 10 repeticiones con una carga ligera por cada uno de los ejercicios que se evaluaron. Posteriormente, se iniciaba la valoración definitiva de 1RM, las cargas iniciales y los incrementos graduales se determinaron de manera individual con base en la autopercepción de cada participante. El objetivo principal era encontrar, en la menor cantidad de intentos, el peso con el que el sujeto solo pudiera realizar una repetición. El periodo de descanso entre cada uno de los intentos fue de un minuto y entre cada ejercicio de 2 minutos. El orden de valoración de los ejercicios fue el siguientes: Sentadilla completa en banco Smith, press pecho libre, extensión de rodilla en máquina, press militar libre sentado, prensa inclinada y jalón al pecho en máquina. Una vez medidas estas repeticiones máximas, estos valores se sumaron y dividieron para calcular una variable denominada índice general de fuerza. Posteriormente, esta variable fue dividida por el peso corporal de cada persona para establecer una variable denominada índice general de fuerza ajustado.

Glucosa en sangre: Esta variable fue medida con el equipo ACCUTREND, a través de una muestra capilar la cual fue tomada a los pacientes en condiciones de ayuno. Este protocolo fue desarrollado por profesionales en ciencias de la salud con experiencia en estos procesos.

Composición corporal: La composición corporal fue evaluada realizando un análisis de impedancia bioeléctrica segmentaria con la Tanita IRONMAN BC-1500. El protocolo consistía en subirse en el equipo, tomar los agarres de las manos y extenderlas hacia el frente durante 8 segundos. Con este análisis se determinó el porcentaje de grasa, el porcentaje de músculo y el índice de masa corporal. Las evaluaciones se realizaron en horas de la mañana, con la vejiga vacía y sobre una superficie no conductora. La circunferencia de cintura y la circunferencia de cadera se evaluaron con una cintra métrica SECA modelo 203, siguiendo los referentes anatómicos descritos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría¹⁹.

Análisis estadístico: Antes de los análisis estadísticos planeados, se realizó una prueba preliminar para comprobar la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) de la distribución de los datos. Se aplicó una prueba T para muestras independientes con el fin de comparar las diferencias en las variables continuas por sexos. Posteriormente, las variables de índice general de fuerza y el índice general de fuerza ajustado se re recodificó en cuartiles, siendo el cuartil (Q1) la posición de menor desempeño. Finalmente, se aplicó un anova de un factor para establecer la relación de la glucosa en sangre con las variables recodificadas. La significancia estadística se estableció en $P < 0.05$. Todos los análisis se realizaron utilizando *IBM Statistical Analysis SPSS Statistics versión 24.0 (Chicago, IL, EE. UU.)*.

RESULTADOS

Las características generales del total de la muestra, incluyendo todas las variables relacionadas con la composición corporal, GL y las pruebas de 1RM son presentadas en la **tabla 1**. En todos los protocolos que evaluaban la FM los hombres presentaron resultados significativamente más altos en comparación de las mujeres ($P < 0.05$). En las variables de edad, circunferencia de cadera y los niveles de GL no hubo diferencias significativas entre el género ($P > 0.05$).

Los sujetos con menor desempeño en las variables de índice general de fuerza e índice general de fuerza ajustada (Q1) presentaron mayores niveles de glucosa en sangre en comparación con los de mejor desempeño (Q4) ($P < 0.05$).

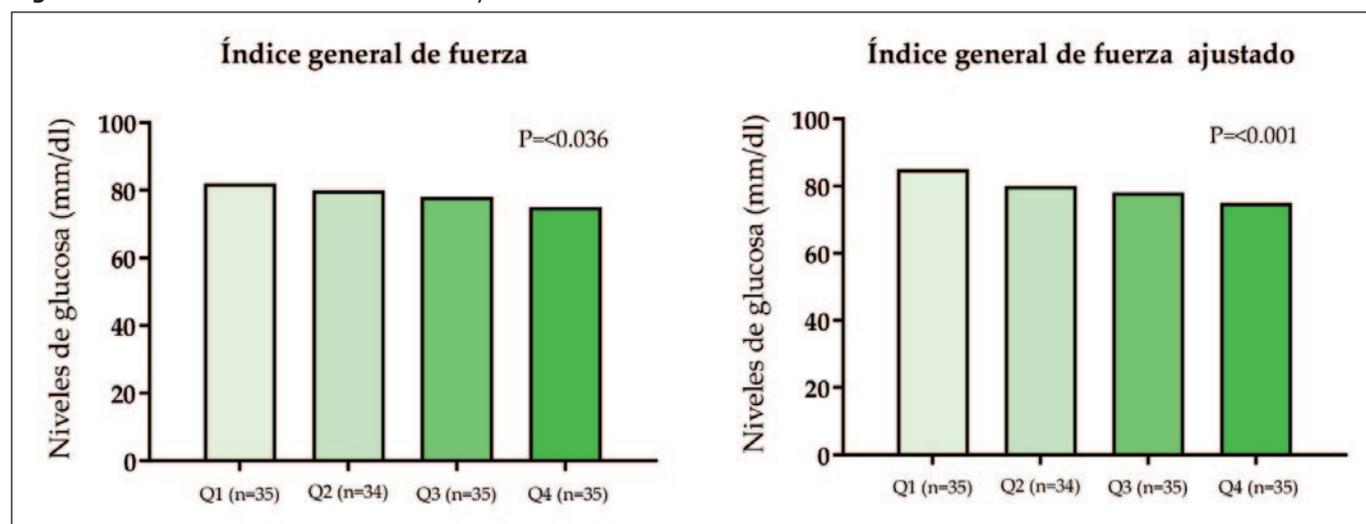
DISCUSIÓN

El principal hallazgo de esta investigación fue que un mejor desempeño en los protocolos de 1RM se asocia con valores de GL en sangre más saludables. Estos resultados coinciden con lo reportado en un estudio realizado por Ramirez⁵, en 172 hombres colombianos de 18 a 24 años, en el que se estable-

Tabla 1. Características generales de los participantes.

Características	Hombres (n=101)	Mujeres (n=38)	Valor P
<i>Composición corporal</i>			
Peso (Kg)	67.7 (9.8)	56.1 (5.6)	0.001*
Talla (m)	173.5 (0.5)	169.1(0.6)	0.001*
IMC (kg·m ⁻²)	24.2 (5.1)	21.5(1.7)	0.008*
Grasa (%)	16.9 (6.2)	30.9 (4.7)	0.001*
Músculo (%)	41.8 (4.1)	28.4 (3.9)	0.001*
Circunferencia de cintura (cm)	78.6 (7.5)	72.1 (9.4)	0.009*
Circunferencia de cadera (cm)	94.8 (5.2)	94.1 (7.6)	0.676
Edad (Años)	20.1 (1.3)	20.5 (1.7)	0.460
GL (mg/d)	78 (11.3)	79.9(13.3)	0.860
<i>Fuerza muscular</i>			
Índice general de fuerza (kg)	81.4 (6.4)	59.9 (6.3)	0.001*
Índice general de fuerza ajustado	1,20 (0,04)	1,06 (0,01)	0.001*
1RM Press pecho (kg)	58.7 (23.9)	28.5 (9.7)	0.001*
1RM Press militar (kg)	44.3 (22.1)	24.8 (9.7)	0.001*
1RM Jalón al pecho (kg)	72.8 (34.6)	49.6 (25.4)	0.042*
1RM Sentadilla (kg)	79.1 (29.9)	62.1 (32.3)	0.001*
1RM Prensa (kg)	141.6 (76.2)	111.4 (54.5)	0.001*
1RM Extensión rodilla (kg)	92.1 (44.1)	81.4 (33.9)	0.396*

Datos presentados en media ± desviación estándar. * P<0.05.

Figura 1. Relación entre los niveles de GL y FM.

*P<0.05).

ció que obtener un mejor rendimiento en la prueba de FP se asociaba con un perfil metabólico más saludable. Aunque los hallazgos de este trabajo apuntan en la misma dirección del nuestro, un elemento que los diferencia, es el tipo y la forma como se evaluó la FMU; mientras que un protocolo de 1RM implica el desarrollo de una contracción muscular isotónica, la FP implica el desarrollo de una contracción isométrica, lo que deriva en múltiples diferencias, como el número de unidades motoras que entran en funcionamiento y el nivel de activación de los músculos implicados²⁰. Adicionalmente, a nivel mecánico, las acciones isométricas no involucran el componente elástico que si se requiere en las acciones dinámicas. Todo esto, nos permite establecer que la FM podría representar con mayor precisión la FMU general de un sujeto en comparación con la FP²¹. Asimismo, diferentes investigaciones, han demostrado que otros componentes de la condición física, como la capacidad cardiorrespiratoria se asocian con marcadores de la salud como la composición corporal o el estado nutricional^{22,23}.

A nivel internacional se han desarrollado investigaciones longitudinales en las que se ha establecido que la FMU es un indicador independiente de mortalidad por todas las causas, lo que lo convierte en un marcador epidemiológico que se debería evaluar constantemente en diferentes momentos de la vida con el fin de identificar los riesgos potenciales de las personas e implementar diferentes estrategias que impacten positivamente los sistemas de salud de los países en desarrollo^{24,25}.

Desde el punto de vista fisiológico, aunque algunos autores proponen que las personas con un mejor rendimiento en los protocolos que evalúan la FM enfatizan su metabolismo en el funcionamiento del sistema de fosfagenos y disminuyen la necesidad de GL en las fibras musculares activas; sin embargo, en los últimos años, se ha establecido que el entrenamiento de FM se asocia con el aumento en las concentraciones de diferentes miokinas (IL6, IL15, BDNF, FGF21), las cuales mejoran la sensibilidad a la insulina, optimizando la captación de GL^{26,27}. Esta es una de las razones, que explican el porqué aquellos estudiantes que presentaron mejor desempeño en las pruebas de 1RM, tienen valores de GL en sangre más saludables.

Las implicaciones prácticas de nuestra investigación, es que la evaluación de la FM debe incluirse en contextos universitarios como una medida indirecta para detectar algunas alteraciones metabólicas que puedan tener los estudiantes. Con base en esto, se pueden establecer estrategias nutricionales y de promoción de actividad física en aquellos jóvenes que presenten condiciones alarmantes, con el fin de prevenir la aparición de enfermedades no transmisibles, específicamente la diabetes tipo II. Desde el punto de vista del aporte teórico, este es el primer trabajo desarrollado en población colombiana juvenil, en el que se establece la relación entre estas variables, tomando como método de evaluación de la FM los protocolos de 1RM.

Algunas de las limitaciones de esta investigación se centran en que la muestra tiene un sesgo en relación con el sexo y al realizarse un muestreo por conveniencia, los resultados no son extrapolables a otros contextos y poblaciones. No se realizó un seguimiento detallado del estado nutricional de los participantes los días previos al desarrollo de la prueba de FM, lo que pudo generar alteraciones en su rendimiento. Aunque todos los participantes reportaron ser físicamente activos, su nivel de acondicionamiento físico no se controló, convirtiéndose en un posible factor de confusión, ya que la optimización de los sustratos energéticos depende, en gran medida, de este componente. Se requieren estudios experimentales y longitudinales que examinen desde otra perspectiva la relación causa efecto entre estas variables.

CONCLUSIONES

Los jóvenes universitarios que presentan un mejor rendimiento en los protocolos de 1RM presentan valores de GL más saludables en comparación con los de menor desempeño. En este sentido, la valoración de la FM debe incluirse como una estrategia para detectar riesgos potenciales de alteraciones metabólicas y a partir de allí, implementar estrategias basadas en la promoción de actividad física y conductas alimentarias saludables, que permitan prevenir la aparición de ENT.

AGRADECIMIENTOS

A la fundación universitaria del área andina por la financiación de este proyecto de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Artero EG, Ruiz JR, Ortega FB, Espana-Romero V, Vicente-Rodriguez G, Molnar D, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. *Pediatr Diabetes*. 2011;12(8):704-12.
2. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Jr, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*. 2015;386(9990):266-73.
3. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60(6):581-8.
4. López-Alonzo SJ, Rivera-Sosa JM, Hernández-Gutiérrez PZ, Gastelum-Cuadras G, Guedea-Delgado JC, Nájera-Longoria RJ. Relación entre fuerza muscular y estado de nutrición en escolares mexicanos. *Revista mexicana de pediatría*. 2019;86(5):185-9.
5. Ramirez-Velez R, Meneses-Echavez JF, Gonzalez-Ruiz K, Correa JE. Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp*. 2014;30(4):769-75.
6. Ramirez-Velez R, Morales O, Pena-Ibagon JC, Palacios-Lopez A, Prieto-Benavides DH, Vivas A, et al. Normative Reference Values

- For Handgrip Strength In Colombian Schoolchildren: The Fuprecol Study. *J Strength Cond Res.* 2016.
7. Ramírez-Vélez R, Peña-Ibagon JC, Martínez-Torres J, Tordecilla-Sanders A, Correa-Bautista JE, Lobelo F, et al. Handgrip strength cutoff for cardiometabolic risk index among Colombian children and adolescents: The FUPRECOL Study. *Scientific reports.* 2017;7:42622.
 8. Pacheco-Herrera JD, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE. Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp.* 2016;33(3):556-64.
 9. Schiavon M, Hinshaw L, Mallad A, Man CD, Sparacino G, Johnson M, et al. Postprandial glucose fluxes and insulin sensitivity during exercise: a study in healthy individuals. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2013;305(4):E557-E66.
 10. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007;116(5):572-84.
 11. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, American Heart Association. *Circulation.* 2000;101(7):828-33.
 12. Burke LM, Hawley JA. Effects of short-term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(9):1492-8.
 13. Farinatti P, Castinheiras Neto AG, Amorim PR. Oxygen Consumption and Substrate Utilization During and After Resistance Exercises Performed with Different Muscle Mass. *Int J Exerc Sci.* 2016;9(1):77-88.
 14. Kang J, Kelley DE, Robertson RJ, Goss FL, Suminski RR, Utter AC, et al. Substrate utilization and glucose turnover during exercise of varying intensities in individuals with NIDDM. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(1):82-9.
 15. Troscclair D, Bellar D, Judge L, Smith J, Mazerat N, Brignac A. Hand-Grip Strength as a Predictor of Muscular Strength and Endurance. *J Strength Cond Res.* 2011;25:S99.
 16. Rogers BH, Brown JC, Gater DR, Schmitz KH. Association between maximal bench press strength and isometric handgrip strength among breast cancer survivors. *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 2017;98(2):264-9.
 17. Warburton D, Jamnik V, Bredin S, Shephard R, Gledhill N. The 2021 Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+): 2021 PAR-Q+. *The Health & Fitness Journal of Canada.* 2021;14(1):83-7.
 18. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport.* 2009;12(2):310-6.
 19. Silva Vsd, Vieira MFS. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2020;22.
 20. Rich A, Cook JL, Hahne AJ, Rio EK, Ford J. Randomised, crossover trial on the effect of isotonic and isometric exercise on pain and strength in proximal hamstring tendinopathy: trial protocol. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine.* 2021;7(1):e000954.
 21. Peña-Ibagon JC, Martin-Aleman WF, Castillo-Daza C, Yanez C. Grip Strength Represents Total Muscular Strength in a Sample of Young University Students from the City of Bogotá, Colombia. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences.* 2021;9 (3): 602- 608.
 22. Aránguiz H, García V, Rojas S, Salas C, Martínez R, Mac Millan N. Estudio descriptivo, comparativo y correlacional del estado nutricional y condición cardiorrespiratoria en estudiantes universitarios de Chile. *Revista chilena de nutrición.* 2010;37(1):70-8.
 23. Castiblanco Arroyave HD, Vidarte Claros JA, Parra Sánchez JH. Composición corporal y capacidad cardiorrespiratoria en deportistas universitarios de Manizales (Colombia). *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria.* 2020;40(1):12-9.
 24. Henriksson H, Henriksson P, Tynelius P, Ekstedt M, Berglind D, Labayen I, et al. Cardiorespiratory fitness, muscular strength, and obesity in adolescence and later chronic disability due to cardiovascular disease: a cohort study of 1 million men. *Eur Heart J Case Rep.* 2020;41(15):1503-10.
 25. Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ.* 2012;345:e7279.
 26. León H, Melo C, Ramírez J. Role of the myokines production through the exercise. *Journal of sport and health research.* 2012;4(2):157-66.
 27. Libardi CA, De Souza GV, Cavaglieri CR, Madruga VA, Chacon-Mikahil MPT. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- α , IL-6, and CRP. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(1):50-6.