

Deporte y Actividad Física

miradas de la investigación aplicada



Compiladores

Jesús León Lozada Medina

José Rafael Padilla Alvarado

Colección: **Ciencias del Deporte**

Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora



UNELLEZ

Universidad Nacional Experimental de las Llanas Occidentales
Ezequiel Zamora

La universidad que siembra





Autoridades Universitarias

Rector

Profesor Alberto Quintero

Secretaría General

Profesor Óscar Hurtado

Vicerrector de Servicios

Profesor Heriberto Rivero

**Vicerrector de Planificación
y Desarrollo Social**

Profesora Yajaira Pujols

Vicerrector de Producción Agrícola

Profesor Héctor Montes

**Vicerrector de Infraestructura
y Procesos Industriales**

Profesor Wilmer Salazar

**Vicerrectora de Planificación
y Desarrollo Regional**

Profesora Marys Orama

Gerente del Fondo Editorial

Profesora Zoleida Lovera

***Deporte y actividad física:
miradas de la investigación aplicada***

© Jesús León Lozada Medina

José Rafael Padilla Alvarado

Diseño de cubierta

Phylipe Michael Garcia Ortiz

Maquetación e ilustración

Phylipe Michael Garcia Ortiz y

Jesús León Lozada Medina

Reservados todos los derechos

Depósito Legal: BA2019000047

ISBN: 978-980-248-229-0



La presente obra es producto de una investigación, supervisada y aprobada por el Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD) adscrito según resolución CA/15/129 a la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social (VPDS), en Barinas-Venezuela, realizando un arbitraje doble ciego por investigadores calificados como expertos científicos y metodológicos.



Observatorio de Investigación en
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD)



Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales
Ezequiel Zamora

UNELLEZ

La universidad que asombra

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales
Ezequiel Zamora (UNELLEZ)



Fondo Editorial Univeridad Ezequiel Zamora (FEDUEZ)
Gerente: Profa. Zoleida Lovera

© 2019, Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada | Jesús León Lozada Medina & José Rafael Padilla Alvarado, compiladores

Primera edición

Versión digital

Colección *Ciencias del Deporte*



Índice

Introducción	4
Capítulo I .	
Nivel de potencia mecánica en extremidades inferiores ¿se relaciona con la máxima velocidad del balón después del remate en voleibol?	
Jesús León Lozada Medina & Ignacio Alejandro Costa	12
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Materiales y métodos	15
- Metodología aplicación de las pruebas	17
Resultados	20
Discusión	30
Agradecimientos	31
Conflictos de intereses	32
Referencias	32

Capítulo II

Comportamiento de la glicemia durante la ejecución de un ejercicio continuo en adultos sedentarios

José Rafael Padilla Alvarado, Manuel De Jesús Cortina Núñez & Diana María Ríos Martínez

.....	35
Resumen	35
.....	35
Abstract	36
.....	36
Introducción	37
.....	37
Fundamentos teóricos	38
.....	38
Metodología	45
.....	45
- Diseño metodológico	45
.....	45
- Población y muestra	45
.....	45
- Procedimientos	45
.....	45
- Criterios de inclusión	45
.....	45
Resultados	46
.....	46
Discusión	49
.....	49
Conclusiones	51
.....	51
Recomendaciones	51
.....	51
Conflictos de intereses	51
.....	51
Referencias	52
.....	52

Capítulo III

Eficacia del entrenamiento intervalado e intenso en los marcadores bioquímicos en sujetos con sobrepeso y obesidad

Kelly Mercedes Diaz Theran, Carlos Armando Hoyos Espitia & Joseimar Thedy Garrido Marín

.....	54
Resumen	54
.....	54
Abstract	55
.....	55
Introducción	56
.....	56
Materiales y métodos	60
.....	60
- Consideraciones éticas	60
.....	60
- Protocolo de ejercicio	60
.....	60
- Análisis estadístico	62
.....	62
Resultados	63
.....	63
Discusión	65
.....	65
Agradecimientos	68
.....	68
Conflictos de intereses	68
.....	68
Referencias	68
.....	68

Capítulo IV

Análisis de la composición corporal de funcionarios: administrativos y docentes de la Corporación Universitaria del Caribe - Sede Principal Sincelejo

Leonardo Fabio Castilla Martínez & Aura María Orozco Rodríguez

.....	71
Resumen	71
.....	71
Abstract	72
.....	72

Introducción	73
.....	
Materiales y métodos	77
.....	
- Tipo de estudio	77
.....	
Población y muestra	78
.....	
Resultados	78
.....	
- Análisis exploratorio	79
.....	
- Análisis descriptivo	82
.....	
Discusión	86
.....	
Conclusiones	87
.....	
Referencias	88
.....	

Capítulo V

Habilidades motrices acuáticas en niños de 6 a 8 años de la Escuela de Natación del Centro Recreacional Comfasucre

José Luis Ruíz Sánchez & Juan Ignacio Aduén Ángel

.....	90
Resumen	90
.....	
Abstract	91
.....	
Introducción	92
.....	
Materiales y métodos	96
.....	
- Diseño y tipo de estudio	96
.....	
- Población	96
.....	
- Criterios de inclusión	97
.....	
- Criterios de exclusión	97
.....	

- Metodología de recolección de datos	97
Resultados	97
Discusión	99
Conclusiones	100
Recomendaciones	100
Referencias	101
Capítulo VI	
Relación entre el estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria en jóvenes escolarizados	
Robert Armando Cordero Contreras, York Fred Santos Quiroz & Manuel Enrique Moreno Villamizar	103
Resumen	103
Abstract	104
Introducción	105
Materiales y métodos	106
Análisis de los resultados	108
- Exploratorio	108
- Descriptivo	109
- Correlacional	127
Discusión	132
Conclusiones	135
Referencias	136

Capítulo VII

Análisis de la composición corporal y del somatotipo de árbitros de fútbol de categoría nacional de Colombia

Brian Johan Bustos Viviescas, Javier Yanci Irigoyen, Andrés Alonso Acevedo Mindiola & Rafael Enrique Lozano Zapata

.....	138
Resumen	138
.....	138
Abstract	139
.....	139
Introducción	140
.....	140
Métodos	142
.....	142
- Participantes	142
.....	142
- Procedimientos	142
.....	142
- Composición corporal	143
.....	143
- Somatotipo	144
.....	144
- Análisis de datos	145
.....	145
Resultados	146
.....	146
Discusión	150
.....	150
Conclusión	151
.....	151
Agradecimientos	152
.....	152
Conflictos de intereses	152
.....	152
Referencias	152
.....	152



Introducción



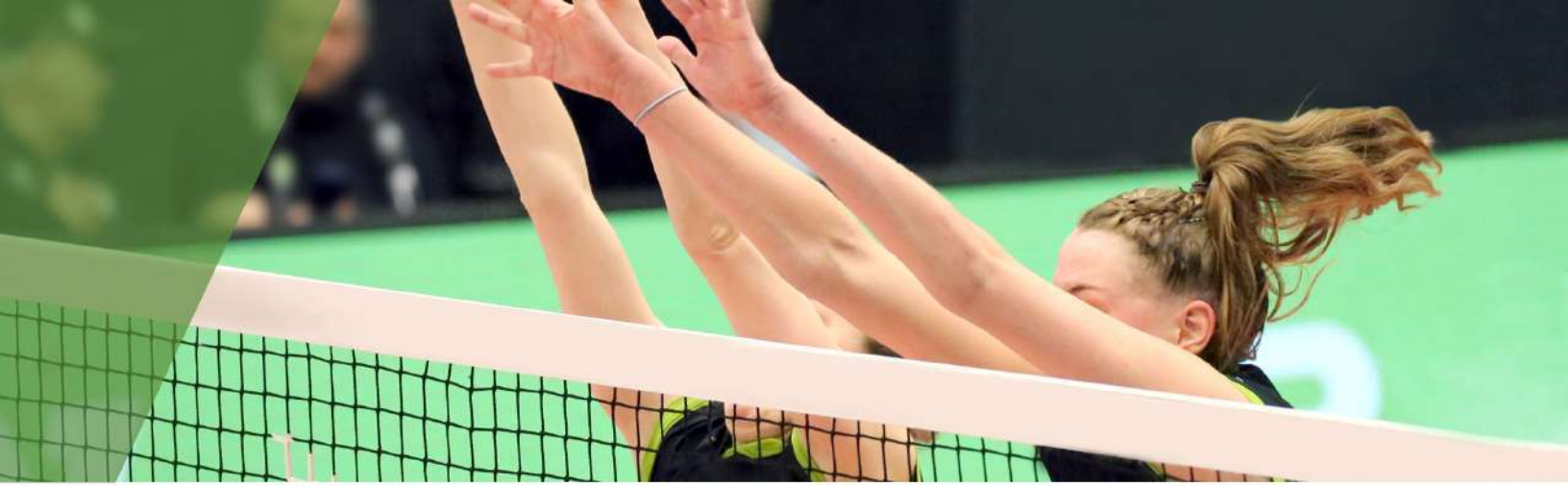
La investigación constituye un pilar fundamental en los ajustes de paradigma que va ameritando cada contexto, siendo que el deporte y la actividad física tienen su propia dinámica. En el estudio científico del área es necesario cada enfoque y visión, para la comprensión del entorno y la promoción de los cambios necesarios en su avance y mejoramiento permanente. Por lo tanto, las “miradas” de la comunidad científica alimentan el acervo teórico y metodológico en un entorno dinámico, permitiendo que los enfoques diversos de la investigación aplicada fundamenten el quehacer del deporte y la actividad física.

En este orden de ideas, se acepta que la promoción del deporte y la actividad física, desde el ámbito escolar y formativo, es fundamental en la creación de hábitos saludables en el adulto futuro. Así mismo, las experiencias agradables relacionadas experimentadas por los niños, en el deporte y la actividad física, son base determinante en la concepción e imaginario de los valores que se forman alrededor del deporte como medio para otros fines sociales, tales como la interacción social, comunicación, empatía, respeto, responsabilidad, trabajo en equipo.

Por lo tanto, aquellos niños que se nutren de experiencias gratificantes obtenidas a través del deporte y la actividad física, presentan mayor probabilidad a futuro de valorar la importancia de dichos dinamismos, convirtiéndolos en una necesidad social. De esta manera, la actividad física y el deporte van trascendiendo de ser solo un medio para un fin (salud, competencia o estética), ya que estos objetivos serán una consecuencia del entorno donde la transversalidad social del deporte y la actividad física actúen de manera natural.

En consideración a lo mencionado anteriormente, el presente texto transita por el deporte de alto rendimiento y el análisis de variables que pueden determinar el rendimiento en voleibolistas juveniles; continua con el análisis del comportamiento de la glicemia durante la ejecución de ejercicio continuo en adultos sedentarios; en el tercer capítulo se registra la experiencia de la eficacia del entrenamiento intervalado e intenso en los marcadores bioquímicos en sujetos con sobrepeso y obesidad; en el cuarto capítulo muestra el análisis de la composición corporal de funcionarios de la Corporación Universitaria del Caribe en Colombia; para el quinto capítulo se aborda el deporte menor con un trabajo relacionado a las habilidades motrices acuáticas en niños de 6 a 8 años; el capítulo seis aborda el trabajo de la actividad física en el contexto pedagógico con el análisis de la relación entre el estado nutricional y la aptitud cardiorespiratoria en jóvenes escolarizados; finalmente la obra cierra el séptimo capítulo con el abordaje de las características de la composición corporal y somatotipo en árbitros de fútbol.

Las experiencias referidas en los capítulos mencionados muestran la mirada de los investigadores desde el positivismo a la investigación aplicada al deporte y la actividad física, considerando el valor de cada aporte teórico y metodológico obtenido en el proceso y conclusiones de los estudios respectivos.



Nivel de potencia mecánica en extremidades inferiores

¿se relaciona con la máxima velocidad del balón después del remate en Voleibol?

CAPÍTULO I



Jesús León Lozada Medina*



Ignacio Alejandro Costa**



Resumen

La aplicación de altos niveles de potencia mecánica en el deporte representa una ventaja sobre el rival, especialmente en el Voleibol, donde las acciones fundamentales dependen del rendimiento alcanzado en los saltos, que además constituyen una de las acciones utilizadas para evaluar el rendimiento de los deportistas. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia bibliográfica del estudio sobre la relación de la potencia mecánica en miembros inferiores y la máxima velocidad del balón después del remate en el voleibol. El objetivo del presente trabajo es analizar la relación entre la potencia mecánica alcanzada en las extremidades inferiores y la máxima velocidad del balón después del remate en el voleibol. Se evaluaron 26 voleibolistas de ambos sexos, 12 masculinos ($17,6 \pm 1,3$ años; $181,6 \pm 6,1$ cm; $67,3 \pm 9,7$ kg) y 14 femeninos ($16,5 \pm 1,5$ años; $166,1 \pm 6,4$ cm; $59,7 \pm 6,7$ kg) durante el periodo competitivo y etapa precompetitiva. Se usó una alfombra de contacto para estimar la altura de los saltos Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ), Abalakov (ABK) y salto durante el remate, donde simultáneamente se midió la Velocidad Máxima del Balón (VMB) con un radar Doppler. Se calcularon los valores promedio, desviación estándar, máximos y mínimo para las variables. En ambos sexos se observó que la potencia mecánica del salto del peor remate (SPR) es mayor que la del mejor remate (SMR), y ambos son superiores que ABK, CMJ y SJ. Al aplicar la *t* de student para datos independientes entre los pares de variables, no se hallaron diferencias ($p > 0,05$) entre el Salto con el Peor Remate (SpR) y Salto con el Mejor Remate (SMR) para ambos sexos, mientras para el resto de variables de saltos pareadas se rechaza la hipótesis de igualdad en las medias ($p < 0,05$) en ambos sexos. Se concluye que para el grupo en estudio la velocidad del balón después del remate además de estar condicionada por factores coordinativos asociados a la secuencia del salto, existe evidencia de estar relacionada con la potencia absoluta producida durante los saltos y con el aprovechamiento de la energía elástica.

Palabras clave

potencia, voleibol, velocidad, remate

*Mg. Fisiología del ejercicio, Doctorando Cs. de la Actividad Física y el Deporte. Docente Asistente Tiempo Completo, Corporación Universitaria del Caribe (CECAR; Sincelejo-Sucre, Colombia). Miembro Coordinador del Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD-UNELLEZ), Editor adjunto: Revista Ciencias del Deporte. Jesusleon.lm@gmail.com; jesus.lozadam@cecar.edu.co

**Lcdo. en Educación Física. Esp. En Educación. Docente Universidad FASTA, Facultad de ciencias de la Educación (Argentina) Editor MOVU Revista de las Ciencias de la Actividad Física. costa.ignacio@gmail.com

Abstract

The application of high levels of mechanical power in sport represents an advantage over the rival, especially in Volleyball, where the fundamental actions depend on the performance achieved in the jumps, which is also one of the actions used to evaluate the performance of athletes. However, no bibliographical evidence has been found from the study on the relationship between mechanical power in lower limbs and maximum ball speed after the shot in Volleyball. The aim of the present work is to analyse the relationship between the mechanical power achieved in the lower limbs and the maximum speed of the ball after the shot in volleyball. Twenty-six male and female volleyball players were evaluated, 12 male (17.6 ± 1.3 years; 181.6 ± 6.1 cm; 67.3 ± 9.7 kg) and 14 female (16.5 ± 1.5 years; 166.1 ± 6.4 cm; 59.7 ± 6.7 kg) during the competitive and pre-competitive period. A contact mat was used to estimate the height of the Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ), Abalakov (ABK) and jump during the diving, where simultaneously the Maximum Ball Speed (MBV) was measured with a Doppler radar. The average, standard deviation, maximum and minimum values for the variables were calculated. In both sexes it was observed that the mechanical power of the jump from the worst punch line (SPR) is greater than that of the best punch line (SMR), and both are greater than ABK, CMJ and SJ. When applying the student t for independent data between the pairs of variables, no differences ($p > 0.05$) were found between the Leap with the Worst Rebound (SpR) and Leap with the Best Rebound (SMR) for both sexes, while for the rest of paired leap variables the hypothesis of equality in the means ($p < 0.05$) was rejected in both sexes. It is concluded that for the group under study, the speed of the ball after the shot is not only conditioned by coordinating factors associated with the sequence of the jump, but also by the absolute power produced during the jumps and the use of the elastic energy.

Keywords

power, volleyball, speed, spike

Cita sugerida

Lozada, J., & Costa, I. (2019). Nivel de potencia mecánica en extremidades inferiores ¿se relaciona con la máxima velocidad del balón después del remate en voleibol? En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 12-34). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



La aplicación de altos niveles de fuerza en un lapso de tiempo breve, genera altos niveles de potencia, también denominada como la fuerza por la velocidad en cada instante de movimiento (Aullana, 2015) y para efectos de análisis en el deporte como potencia mecánica (Winter et al., 2016). En este sentido, la producción de potencia mecánica es de gran relevancia en acciones motrices de la mayoría de los deportes (Hertogh & Hue, 2002) especialmente en aquellos que han actualizado su sistema competitivo y normativa a dinámicas más fluidas y rápidas en sus acciones y secuencias técnicas-tácticas. Por lo cual, la aplicación de altos niveles de potencia mecánica en el deporte representa una ventaja sobre el rival, especialmente en el Voleibol, donde la presencia de la red requiere que los jugadores deban elevarse (mediante un salto de gran intensidad donde predomina el componente vertical, por sobre el horizontal) para obtener una ventaja estratégica, ya sea en acciones ofensivas como el remate y el saque; o defensivas como el bloqueo. (Grgantov, Milić, & Katić, 2013). De hecho, el salto vertical es una herramienta comúnmente utilizada para evaluar la potencia de los miembros inferiores en los jugadores de voleibol (Sahin, 2014; Wagner, Tilp, Von Duvillard, & Mueller, 2009) agility, and jumping ability in female volleyball players. A total of 12 female collegiate volleyball players were examined. The mean (SD. Concretamente el salto de remate, y los saltos con contramovimiento, se han reportado como indicadores críticos de rendimiento (Sheppard et al., 2008).

Dentro de la evaluación del rendimiento físico atlético, existen diferentes tipos de saltos verticales y cada uno aporta información relevante para el entrenamiento. El salto desde la posición de sentadillas (SJ) se toma como referente de la potencia que el sujeto puede aplicar, para elevarse verticalmente, mediante una acción muscular concéntrica. El salto con contramovimiento (CMJ) puesto que presenta una acción de estiramiento-acortamiento, expresa el aprovechamiento de la energía elástica hasta en un 24% (Struzik & Zawadzki, 2019) y de una actividad mioeléctrica incrementada, durante el estiramiento de los músculos agonistas, previo a su contracción para el impulso vertical (Riggs & Sheppard, 2014).

El salto de Abalakov, adiciona a lo mencionado en el CMJ, el grado de coordinación que el deportista puede tener, al aprovechar la inercia generada por el balanceo de acompañamiento de las extremidades superiores, durante el ciclo de estiramiento-acortamiento. Es importante aclarar que la producción de potencia mecánica durante el salto puede estar condicionada por factores coordinativos durante su ejecución y antropométricos proporcionales propios de cada sujeto (Morin, Jiménez-Reyes, Brughelli, & Samozino, 2019) athletes produce high amounts of mechanical work over a short duration to displace their body mass (i.e. the dimension of mechanical power.

La evaluación de los diferentes tipos de salto vertical, permite conocer distintos aspectos

que influyen en la altura que el sujeto pueda lograr en el salto de remate, aunque esté presente una mayor complejidad técnica. De hecho se ha establecido una relación significativa entre el SJ, y el CMJ, con el salto de remate (Wagner *et al.*, 2009).

La importancia del remate en el Voleibol, radica en que durante el juego, es el gesto técnico con el que se consiguen más de la mitad de los puntos (Valadés, Palao, & Bermejo, 2013) y por ello la velocidad lineal del balón después del golpeo es determinante para alcanzar más puntos, como objetivo terminal del juego (Bermejo, Palao, & Valadés, 2013). Se postula que su eficacia depende, además de la dirección del balón, de la altura del salto del deportista y de la potencia del golpe, lo que obviamente está vinculado a la velocidad que el sujeto le imprime al elemento (Bermejo *et al.*, 2013; Grgantov *et al.*, 2013; Valadés, Palao, Aúnsolo, & Ureña, 2016; Valadés *et al.*, 2013).

En la bibliografía, existen numerosos trabajos sobre el salto vertical en el Voleibol (Riggs & Sheppard, 2014) sin embargo, no se ha establecido si existe una relación entre la potencia mecánica alcanzada en los diferentes saltos verticales (SJ, CMJ, AKB y salto de remate) y la velocidad lineal horizontal con descenso en diagonal que el sujeto puede imprimir al balón en un remate eficaz. Lo que indica que el propósito de la presente investigación es *analizar la relación entre la potencia mecánica alcanzada en las extremidades inferiores y la máxima velocidad del balón después del remate en el voleibol.*

Materiales y métodos

El estudio actual se enmarca en el enfoque cuantitativo, empírico-analítico, de tipo descriptivo correlacional y con naturaleza de campo. El paradigma del trabajo es positivista, ya que el proceso de análisis de datos se realizó con el empleo de métodos estadísticos. Las variables se recolectaron mediante el uso de instrumentos de precisión, durante la aplicación de pruebas en el sitio de entrenamiento (campo), además con el fin de obtener rendimientos cercanos a los realizados eventualmente durante los entrenamientos.

La muestra se obtuvo mediante un método no probabilístico intencionado y estuvo conformada por 26 sujetos de ambos sexos, 12 masculinos (17,6 ±1,3 años; 181,6 ±6,1 cm; 67,3 ±9,7 kg) y 14 femeninos (16,5 ±1,5 años; 166,1 ±6,4 cm; 59,7 ±6,7 kg) todos miembros de una selección juvenil de Voleibol estatal (Tabla 1).

Tabla 1. Estadísticos de las variables básicas por sexo de los voleibolistas juveniles evaluados

Sexo	Variables básicas	N		Media	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo
		Validos	Perdidos				
Masculino	Edad (años)	12	0	17,6	1,3	15,6	19,7
	Masa corporal (kg)	12	0	67,3	9,7	53,0	84,0
	Estatura (cm)	12	0	181,7	6,2	170,0	189,0
	Índice de masa corporal	12	0	20,6	2,2	17,7	24,3
Femenino	Edad (años)	12	0	16,5	1,5	14,6	19,4
	Masa corporal (kg)	14	0	59,7	6,8	49,3	73,4
	Estatura (cm)	14	0	166,1	6,4	155,0	178,0
	Índice de masa corporal	14	0	21,5	3,0	16,5	26,1

Para el procedimiento de recolección de datos se sigue la secuencia indicada en la figura 1, donde se especifica que el equipo en cuestión se encontraba en su periodo competitivo, etapa precompetitiva con miras a los juegos nacionales respectivos. Para la recolección de los datos se realizó la siguiente secuencia metodológica: primero, se recolectaron las variables antropométricas, durante la medición de las mismas se aplicó el protocolo sugerido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Stewart A, Marfell-Jones M, 2011) al medir las variables antropométricas básicas, con los instrumentos: un estadiómetro Harpenden® (cm) para la medición de la estatura y una balanza electrónica (kg) marca SECA ©, para la medición de la masa corporal.

En segunda instancia, se aplicaron las pruebas físicas generales, mediante el protocolo sugerido por Bosco en las pruebas de SJ y CMJ, así como ABK, además se midió el salto durante la ejecución del remate. Los saltos se midieron con el uso de una alfombra de contactos marca Axon Jump® (cm). Para todas las pruebas se emplearon tres (3) intentos y se consideraron los saltos donde se obtenía el Salto con el Mejor Remate (SMR) en kilómetros por hora (km/h) y el Salto con el Peor Remate (SpR). En la medición de la velocidad del remate (km/h) se utilizó un radar Doppler modelo Bushnell®. Se consideró un rango de 3 minutos entre cada intento por tipo de salto y de 5 minutos de recuperación entre cada tipo de salto para cada sujeto. La secuencia metodológica realizada para recolección de la información se puede resumir en la Figura 1.

Para la estimación de la potencia mecánica se aplicó la fórmula propuesta por Harman,

Rosenstein, Frykman, Rosenstein, & Kraemer (1991) published in widely distributed textbooks, are used to calculate power output from vertical jump-and- reach distance and body weight. Despite the fact that the method has never been supported by a refereed journal publication and the texts never revealed whether peak or average power was being estimated, the test has become increasingly used by physical educators, coaches and researchers. Theoretical analysis has raised questions about the formula's validity, In order to evaluate the test, Lewis formula derived power output was compared to peak power and average power generated by 17 male subjects jumping vertically from a computer-intefaced force plate. Lewis power, peak power and average power (mean +/- SD donde potencia (W)= (61.9 x altura de salto (cm)) + (36 x masa corporal (kg)) – 1822; la cual presenta una correlación de r=0,89 respecto de la evaluación en plataforma de fuerza (Lara, Abián, Alegre, Jiménez, & Aguado, 2019), además de ser utilizada en estudios previos con Voleibol (Lara-Sánchez, Vicén, Alegre-Durán, Linares, & Jódar, 2005) or estimated (indirect way).

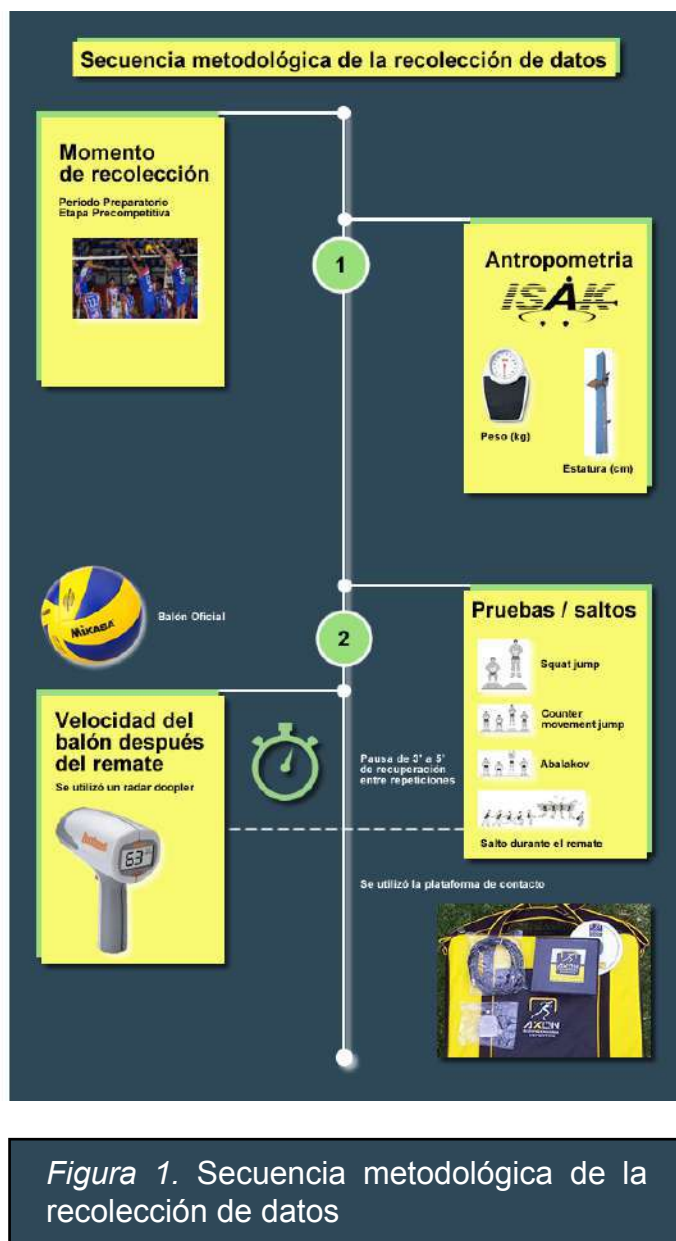
Metodología aplicación de las pruebas

Los sujetos estaban familiarizados con las pruebas que se tomaron, pues suelen utilizarse con cierta frecuencia en la temporada deportiva como control del rendimiento.

Squat Jump (SJ): en la evaluación los sujetos partieron desde la posición de bipedestación con las rodillas flexionadas a 100° (registrada por medio de un goniómetro), y las manos en la cintura. Solicitándose que no realice ningún tipo de contramovimiento con el salto en forma vertical, y que alcance su altura máxima.

Counter Movement Jump (CMJ): en este se partió desde la posición bípeda y los sujetos con las manos en la cintura, iniciaron la acción con una flexión de rodillas libre (contramovimiento), según su propia percepción para intentar así alcanzar el mejor rendimiento posible, favorecido por la energía elástica acumulada por medio del estiramiento de la musculatura agonista y activación del reflejo miotático, lo que potenció la acción propulsiva inmediata posterior de salto vertical máximo.

Abalakov (ABK): en esta prueba aplicó el mismo principio del CMJ, con la variante de permitir a demás, un libre balanceo de las extremidades superiores, para que sea aprovechado en la fase de impulso vertical por los sujetos.



El proceso de la medición de las variables salto durante el remate se puede apreciar en la Figura 2, en sus imágenes A y B, cuyo flujograma se describe a continuación:

Salto durante el Remate (SrR): para el salto durante el remate se colocó la red de manera reglamentaria para el sexo, siendo 2,43m♂ y 2,24m♀ (FIVB, 2016). El jugador (a) levantador (a) se ubicó de forma habitual en el puesto 3, a pesar que la acción de colocación se ha determinado como independiente de la eficacia del ataque (Afonso, Mesquita, Marcelino, & Da Silva, 2010) an increased importance has been given to the preservation of the situation's ecology, thus attempting the comprehension of game patterns through the establishment of relationships between variables of^A several orders. The purpose of this study was to analyse some match variables that could constraint the setter's tactical action in high-performance women's volleyball, as well as its outcomes. Six matches of the Women's World Champhionships 2006 were analysed following a category system, recurring to observational methodology, namely the technique of sequential lag analysis. Attack tempo has emerged as the crucial

variable of the setter's tactical action. Patterns with closed blocks from the opponent, setting in the ideal zone with a jump set, attack simulation by the middle attacker and block anticipation, through committing strategies, tended to culminate in quick attacks. These, in turn, stimulate a debilitated block opposition. Open block formations, receptions in zones 4 and 1, setting in non-ideal zones, no simulation by the middle attacker and a non-anticipative block (read-and-react strategy se realizó una colocación a elección del rematador en procura de buscar el mejor remate y realizar una carrera previa igualmente a libre elección, pudiendo realizar un tiempo de ataque de 2do tipo efectuando dos o tres pasos después de la colocación o 3er tipo donde el atacante esperó a que el balón alcanzara la cima de la trayectoria ascendente y sólo entonces comenzó los pasos de ataque (De Conti Teixeira Costa et al., 2018), por lo tanto en la misma zona (puesto 3) donde se levanta el balón, realizaba la batida de su elección para el salto, sobre la alfombra de contacto y aterrizar sobre la misma, se debe señalar que la alfombra se fijó a la superficie de madera sin desniveles utilizando cinta doble faz o con pegamento por ambas caras evitando su deslizamiento durante la batida o el aterrizaje.

Velocidad máxima del balón después del remate: para su medición se utilizó un radar con sistema Doppler (Valadés, Palao, Femia, Radial, & Ureña, 2007b) cuya velocidad máxima del balón se midió en kilómetros por hora (km/h) en dirección lineal y horizontal, ubicando al evaluador con el radar apuntando en la misma dirección del remate (ver figura 2). Se registraron tres (3) intentos de remate desde el puesto tres (3) y dirigidos a una diana distanciada a cinco (5) metros de la malla e imprimir máxima velocidad hacia la zona de zaguero 6.

Para iniciar, el mismo rematador pasaba el balón mediante un voleo al levantador, la zona de inicio era de libre elección para que cada cual buscara su mejor perfil de entrada al salto, en coordinación con el levantador. El radar se colocó paralelo, apuntando a la dirección del remate, justo al lado donde se realizó la ejecución del golpeo, así el evaluador se ubicó en puesto 4 cercano a la red, sobre un banco o escalinata que le permitió pasar el brazo con el radar sobre la red, sin incomodar la ejecución de la levantada, ni del salto durante el remate. Para una apreciación grafica de la descripción realizada podemos observar la figura 2.



Figura 2. Representación de la ubicación de las personas durante el test de medición de la máxima velocidad del balón después del remate en voleibol

Para efectos del análisis estadístico se realizó la prueba no paramétrica Shapiro Wilk para determinar el nivel de la normalidad de los datos, así mismo la descripción de los datos con valores promedio y de dispersión, seguido de las comparaciones de medias entre pares de variables y correlaciones, considerando como parámetros de clasificación a las correlaciones el siguiente Coeficiente de Interpretación: 0 Nula; $>0 - 0,2$ Muy baja; $>0,2 - 0,4$ Baja; $> 0,4 - 0,6$ Moderada; $>0,6 - 0,8$ Alta; $>0,8 - <1,0$ Muy alta (Rowntree, 1984). Con análisis de la determinación lineal por el r^2 para las correlacinona altas.

Resultados

En cuanto a las variables medidas, los resultados presentados en la Tabla 2 apoyan a la aceptación de la hipótesis nula de normalidad para todas las variables de ambos sexos de acuerdo a la significancia del estadístico no paramétrico Shapiro Wilk ($p > 0,05$) por lo tanto los tratamientos posteriores serán con la aplicación de estadísticos paramétricos. Es evidente que los valores del grupo masculino son superiores respecto del femenino, en todas las variables.

En los mismos se destaca que la desviación estándar del mejor remate del grupo masculino (5,6km/h) es inferior que el grupo femenino (8,2km/h), por lo tanto es apreciable una mayor homogeneidad del grupo masculino para esa variable. El valor promedio de salto Abalakov en masculino (46,4cm) es inferior que los saltos durante el mejor y peor remate (53cm y 55,4cm respectivamente). Igualmente, el grupo femenino presenta valores superiores en los saltos

durante el remate (SMR y SpR) respecto al salto Abalakov.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y normalidad para las variables medidas en los voleibolistas juveniles de acuerdo al sexo

Sexo	Variables básicas	Media	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk	
						Estadístico	Sig.
Masculino	Squat Jump (cm)	31,0	4,3	24,6	39,6	,962	,817
	CMJ (cm)	36,6	3,2	32,1	44,1	,935	,431
	Abalakov (cm)	46,4	3,5	40,8	51,5	,953	,684
	Salto en MR (cm)	55,4	8,2	42,9	67,6	,939	,482
	Salto en PR (cm)	53,0	7,3	40,8	65,0	,972	,926
	Vel. Máx. del balón pR (km/h)	64,0	10,8	38,6	75,6	,900	,158
	Vel. Máx del balón MR (km/h)	77,4	5,6	67,6	83,7	,867	,060
Femenino	Squat Jump (cm)	20,7	2,8	15,9	26,4	,972	,903
	CMJ (cm)	24,9	3,7	18,0	31,1	,965	,803
	Abalakov (cm)	31,2	4,6	22,0	40,8	,973	,912
	Salto en MR (cm)	35,0	7,3	22,0	45,3	,938	,399
	Salto en PR (cm)	34,6	6,9	21,2	49,0	,983	,990
	Vel. Máx. del balón pR (km/h)	44,8	8,1	33,8	64,4	,935	,361
	Vel. Máx del balón MR (km/h)	59,2	8,2	41,8	74,0	,934	,344

MR: Mejor Remate, pR: Peor Remate

En consecuencia, se realiza la comparación de la media entre los saltos por pares mediante las pruebas t relacionadas para cada sexo por separado (Tabla 3). En la misma se observan que no existen diferencias ($p > 0,05$) entre el salto con el peor remate y salto con el mejor remate (par 10) para ambos sexos, mientras para el resto de las variables pareadas se rechaza la hipótesis de igualdad en las medias ($p < 0,05$) de los pares de variables en ambos sexos.

Tabla 3. Comparación de medias por sexo entre los pares de variables de los saltos

Pareo de variables		Pruebas t relacionadas	
		Masculino	Femenino
		Sig. (bilateral)	
Par 1	SJ(cm) - CMJ (cm)	,000	,000
Par 2	SJ (cm) - Abk (cm)	,000	,000
Par 3	SJ (cm) - SpR (cm)	,000	,000
Par 4	SJ (cm) - SMR (cm)	,000	,000
Par 5	CMJ (cm) - Abk (cm)	,000	,000
Par 6	CMJ (cm) - SpR (cm)	,000	,000
Par 7	CMJ (cm) - SMR (cm)	,000	,000
Par 8	ABK (cm) - SpR (cm)	,001	,007
Par 9	ABK (cm) - SMR (cm)	,001	,018
Par 10	SpR (cm) - SMR (cm)	,200	,690

SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; Abk: Abalakov; SpR: Salto en peor remate; SMR: Salto en mejor remate

En la Figura 3 se puede observar que los saltos del grupo masculino, SJ, CMJ, Abk se muestran diferentes e inferiores a los saltos SpR y SMR. Se observa además que la media del SpR es ligeramente superior que la media de SMR. En el grupo femenino (Figura 4) se observa igualmente las diferencias entre los saltos, para el SJ, CMJ, ABK son inferiores, sin embargo, el promedio de SMR es ligeramente mayor que el SpR, finalmente se destaca que los datos al 50% de confianza (cajas) para el SRM se muestran más homogéneos que el SpR para ambos sexos.

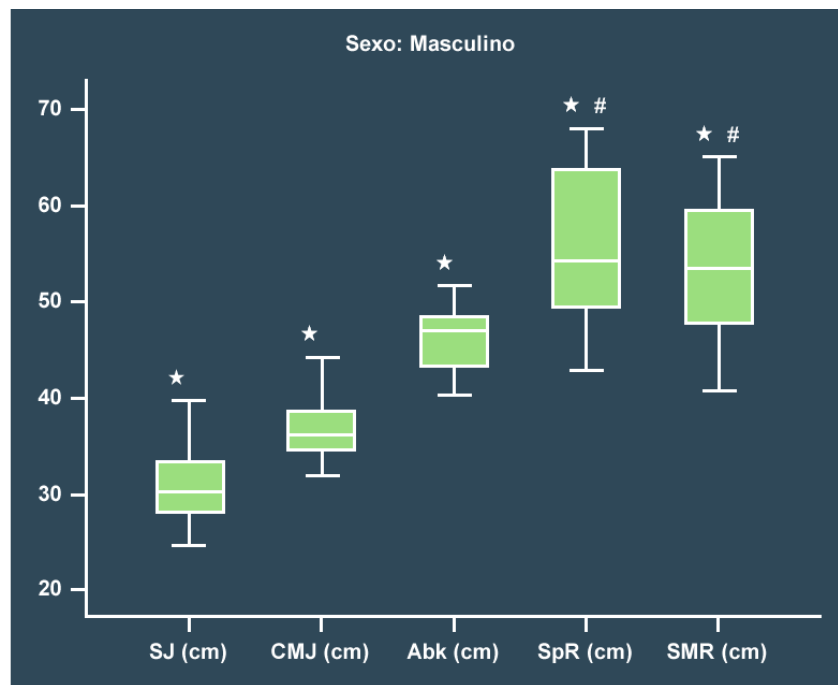


Figura 3. Promedios, zonas de confianza al 50% y 95% de los saltos en voleibolistas masculinos; * Diferencias significativas con las demás variables; # sin diferencias entre las variables señaladas.

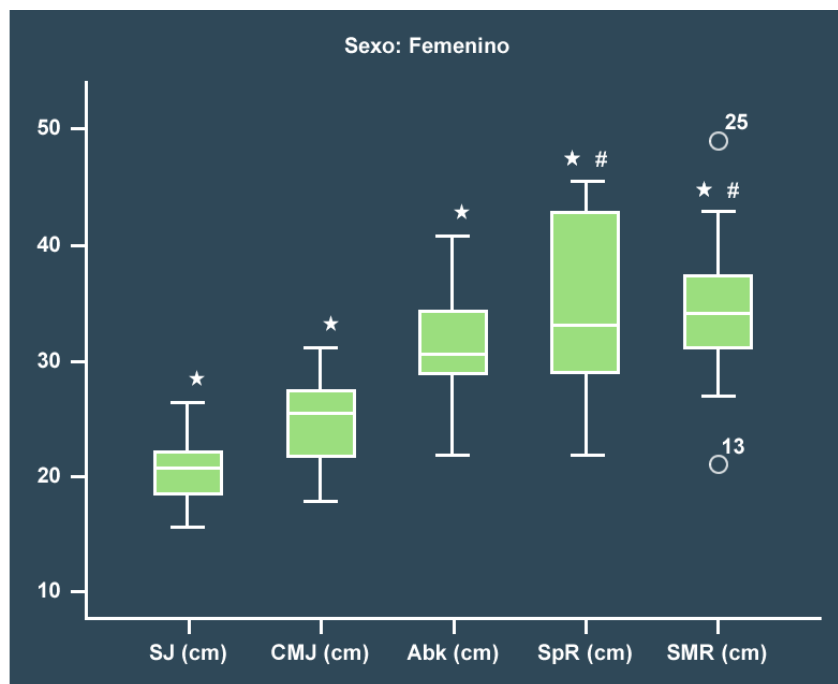


Figura 4. Promedios, zonas de confianza al 50% y 95% de los saltos en voleibolistas femeninas; * Diferencias significativas con las demás variables; # sin diferencias entre las variables señaladas

En las tablas 4 y 5 se observa que la mejor potencia absoluta y relativa para ambos sexos, se alcanzó en el SpR, sin embargo, la potencia del SMR también es superior a los saltos ABK, CMJ y SJ.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la potencia mecánica para los saltos y durante el remate en voleibolistas juveniles masculinos

VARIABLES DE POTENCIA Y VELOCIDAD DEL BALÓN	Media	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo
SJ (W)	2521,9	424,2	1949,2	3113,2
CMJ (W)	2869,1	416,9	2203,0	3441,2
ABK (W)	3473,1	375,4	2964,4	4016,8
SMR (W)	3883,2	459,3	3007,5	4685,5
SpR (W)	4031,3	464,1	3137,5	4594,4
SJ (W/kg)	37,5	3,9	31,3	45,1
CMJ (W/kg)	42,7	3,1	38,6	49,2
ABK (W/kg)	52,0	4,3	45,9	57,0
SMR (W/kg)	58,4	8,4	46,8	70,6
SpR (W/kg)	60,8	9,8	47,7	74,1

SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; Abk: Abalakov; SpR: Salto en peor remate; SMR: Salto en mejor remate

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de la potencia mecánica para los saltos y durante el remate en voleibolistas juveniles femenino

VARIABLES DE POTENCIA Y VELOCIDAD DEL BALÓN	Media	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo
SJ (W)	1606,7	302,9	937,0	1984,1
CMJ (W)	1866,2	314,7	1067,0	2270,3
ABK (W)	2260,6	357,4	1314,6	2745,5
SMR (W)	2469,3	540,5	1265,1	3475,9
SpR (W)	2493,2	528,7	1314,6	3475,9
SJ (W/kg)	26,8	3,4	19,0	32,9
CMJ (W/kg)	31,2	4,1	21,6	37,7
ABK (W/kg)	37,9	5,3	26,7	49,6
SMR (W/kg)	41,2	7,3	25,7	56,1
SpR (W/kg)	41,8	8,0	26,7	55,0

SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; Abk: Abalakov; SpR: Salto en peor remate; SMR: Salto en mejor remate

En la Tabla 6 se muestran las correlaciones bivariadas para las variables de potencia en los saltos absoluta y relativa con la velocidad del balón después del remate en ambos sexos. Se destaca que en el grupo masculino no se halló evidencia de correlación ($p > 0,05$) entre la velocidad máxima del balón en el mejor remate (VMB en MR) y las variables de potencia de salto, sin embargo, si hay evidencia ($p < 0,05$) de correlación directa y moderada entre VMB en MR con el % del índice elástico ($r = 0,59$). Además, se observan correlaciones significativas al $p < 0,01$ entre el salto realizado durante el mejor remate (SMR) y los saltos SJ (moderada para $r = 0,56$), CMJ (alta para $r = 0,64$) y ABK (alta para $r = 0,75$). Estas relaciones se pueden observar en la figura 5 donde se grafica el ajuste lineal de la relación para la potencia absoluta de los pares de variables SMR-SJ, SMR-CMJ y SMR-ABK del sexo masculino.

En cuanto al sexo femenino se observa una correlación directa alta ($r = 0,62$) y significativa ($p < 0,05$) entre VMB en MR y ABK, también se pueden observar correlaciones significativas entre la potencia absoluta de SJ ($p < 0,05$; moderada $r = 0,56$) y CMJ ($p < 0,05$; alta $r = 0,75$) con SMR, así como correlaciones altas entre la potencia relativa de SJ ($r = 0,76$), CMJ ($r = 0,75$) y ABK ($r = 0,78$) con SMR ($p < 0,01$), dichas correlaciones se verifican además en el ajuste lineal realizado en el gráfico de dispersión para los pares de variables SMR-SJ, SMR-CMJ y SMR-ABK (figura 6). Es importante destacar que existen otras correlaciones entre las variables de saltos, sin embargo, no son objeto de estudio del presente trabajo.

Respecto de las correlaciones con la velocidad se puede apreciar además en la figura 7, un coeficiente de determinación de $R^2=35,3$ entre el índice elástico con la velocidad del mejor remate para el sexo masculino, y en la figura 8 un $R^2= 26,2$ del salto ABK con la velocidad en el mejor remate para el sexo femenino.

Tabla 6. Significancia bilateral de las correlaciones bivariadas para las variables de potencia con la velocidad máxima del balón después del remate de acuerdo al sexo

Variables	VMB en pR (km/h)	VMB en MR (km/h)	% índice elástico	SJ (W)	CMJ (W)	ABK (W)	SMR (W)	Spr (W)	SJ (W/kg)	CMJ (W/kg)	ABK (W/kg)	SMR (W/kg)	SMR (W/kg)
VMB en pR (km/h)	R: .410 Sig.: .168	.410 .185	-.178 .580 .592*	-.168 .601 -.213	-.234 .464 -.021	-.324 .305 -.203	-.401 .196 -.299	-.274 .388 -.151	-.005 .987 -.410	-.055 .865 -.142	-.089 .783 -.401	-.127 .695 -.312	-.021 .950 -.168
VMB en MR (km/h)	.887**	.000	.042	.507	.947	.528	.345	.640	.186	.661	.196	.312	.601
% índice elástico	.157	.224	.441	.309	.012	-.116	-.382	-.058	-.779**	-.387	-.523	-.543	.234
SJ (W)	.592	.441	.435	.329	.971	.721	.220	.857	.003	.214	.081	.068	.465
CMJ (W)	.400	.120	.520	.909**	.946**	.939**	.817**	.479	.525	.343	-.144	-.102	-.349
ABK (W)	.295	.056	.174	.000	.000	.000	.001	.115	.080	.275	.655	.752	.267
SMR (W)	.369	.678*	.553	.841**	.943**	.943**	.749**	.519	.313	.273	-.301	-.255	-.402
Spr (W)	.194	.019	.132	.000	.000	.000	.006	.486	.373	.263	.342	.424	.196
SJ (W/kg)	.382	.504	.654	.845**	.917**	.870**	.916**	.668*	.773**	.408	.699	.209	.366
CMJ (W/kg)	.178	.066	.078	.000	.000	.000	.000	.018	.003	.009	.282	.421	.242
ABK (W/kg)	.225	.394	.989	.766**	.739**	.866**	.767**	.455	.455	.567	.411	.173	.711
SMR (W/kg)	.250	.103	.126	.844**	.840**	.816**	.761**	.157	.680*	.858*	.680*	.302	.605
Spr (W/kg)	.390	.139	.660	.000	.000	.000	.001	.002	.750**	.000	.015	.799**	.497
CMJ (W/kg)	.268	.454	.445	.537	.778**	.758**	.590*	.002	.815**	.000	.720**	.005	.190
ABK (W/kg)	.328	.511	.370	.048	.001	.002	.026	.019	.000	.870**	.008	.002	.593*
SMR (W/kg)	.252	.062	.193	.344	.554*	.735**	.656*	.011	.675**	.000	.000	.874**	.042
Spr (W/kg)	.398	.472	.086	.229	.040	.003	.052	.837**	.008	.748**	.783**	.000	.005
SMR (W/kg)	.159	.089	.770	.557**	.638*	.747**	.857**	.000	.757**	.002	.001	.794**	.002
Spr (W/kg)	.190	.307	.085	.396	.488	.685**	.667**	.841**	.670**	.711**	.864**	.000	.000
Spr (W/kg)	.514	.286	.773	.161	.077	.007	.009	.000	.009	.004	.000	.882**	.000

VMB: Velocidad máxima del balón; pR: Peor Remate; MR: Mejor Remate; SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; ABK: Abalakov; Spr: Salto en peor remate;
SMR: Salto en mejor remate
Femenino Masculino ** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) | * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)

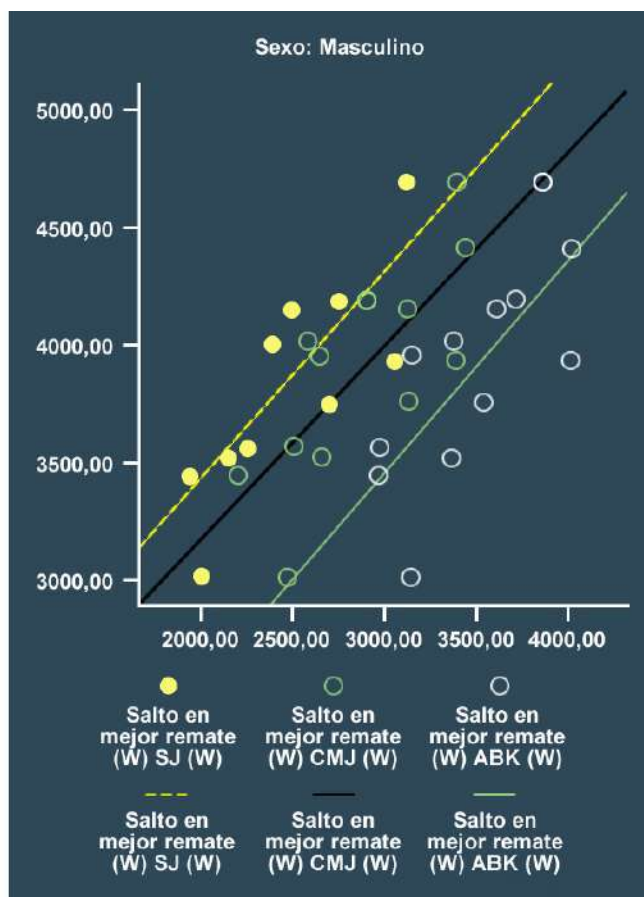


Figura 5. Dispersión y ajuste lineal de la relación entre la potencia mecánica absoluta para los saltos SMR-SJ; SMR-CMJ y SMR y ABK del sexo masculino

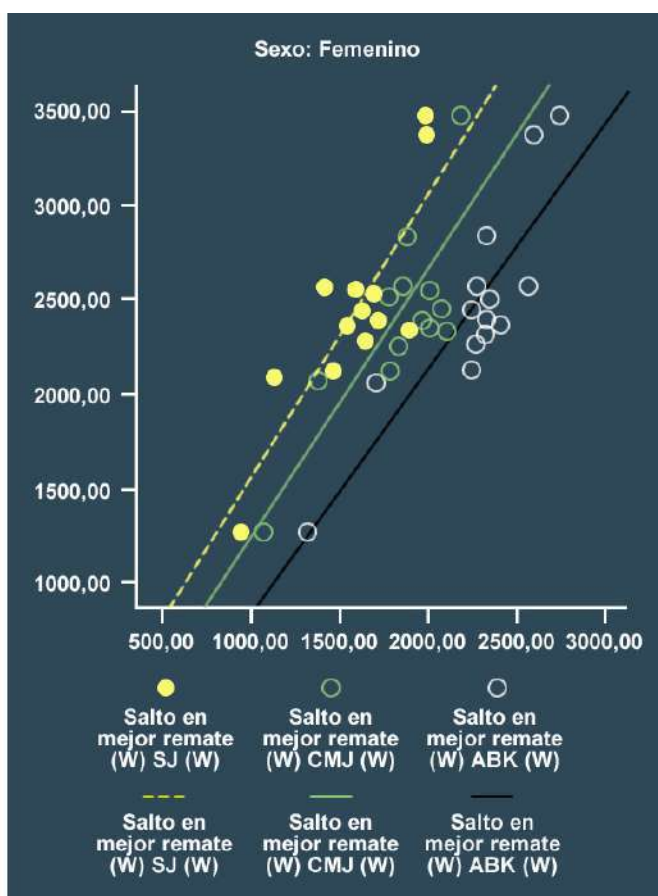


Figura 6. Dispersión y ajuste lineal de la relación entre la potencia mecánica absoluta para los saltos SMR-SJ; SMR-CMJ y SMR y ABK del sexo Femenino

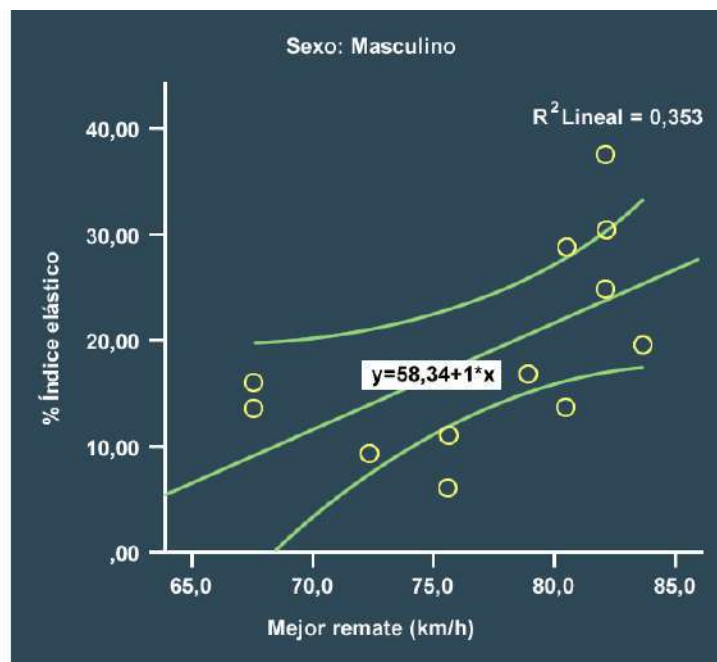


Figura 7. Dispersión, zona de confianza para la media y ajuste lineal de la relación entre ABK y la máxima velocidad del balón después del remate para el sexo masculino

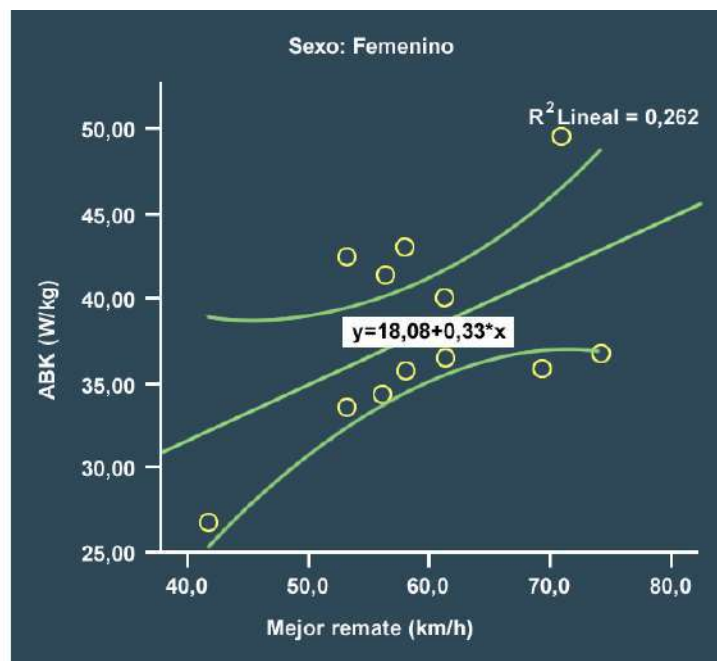


Figura 8. Dispersión, zona de confianza para la media y ajuste lineal de la relación entre ABK y la máxima velocidad del balón después del remate para el sexo femenino

Discusión

Al evaluar el remate se consideran distintos factores que pueden afectar su efectividad, los cuales pueden ser: a) altura del golpeo, b) trayectoria del balón y c) velocidad del balón después del golpeo (Valadés, Palao, Femia, Radial, & Ureña, 2007a) y b. Se razona que una mejor altura de salto permitirá una óptima altura de golpeo; por su parte obtener una mejor velocidad del balón después del golpeo se reduce el tiempo de reacción de la defensa contraria para recibir el remate y evitar la anotación. Ahora bien, la ubicación del remate vendría a ser, posiblemente, más dependiente del nivel de habilidad técnica y la rapidez del pensamiento táctico del rematador.

En lo que respecta al potencial del salto, se evidencia como en el Voleibol es importante que el jugador produzca altos niveles de potencia mecánica en el salto, ya que la altura de salto es un criterio importante en el rendimiento del Voleibol (Wagner *et al.*, 2009) lo cual posiblemente genere mayor efectividad en el ataque e incremente el porcentaje de puntos a favor, igualmente una adecuada potencia de salto podría favorecer a la defensa mediante el bloqueo. En el presente estudio, tal como han reportado otros autores (Wagner *et al.*, 2009) se ha evidenciado un incremento en la altura de los saltos verticales desde el SJ, al CMJ, el ABK, además de estar relacionados con el salto del remate (Riggs & Sheppard, 2014; Sheppard *et al.*, 2008).

Ya que en el presente trabajo se hallaron correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre la potencia absoluta del SMR y la potencia absoluta de SJ, CMJ y ABK para el sexo femenino y con SJ y CMJ para el masculino. En este sentido también en la bibliografía se ha descrito cierta relación (según el nivel deportivo, y sexo de los sujetos), entre los valores máximos de los saltos, y el salto de remate (Martinez, 2017).

Estos hallazgos resultan de interés para los entrenadores en el campo, al momento de determinar qué aspectos priorizar en los trabajos de preparación física, para mejorar el salto del remate. Así, según sea la diferencia entre los saltos, puede suponerse que, por ejemplo, de presentarse una escasa diferencia entre la máxima altura alcanzada en el SJ y el CMJ, debería priorizarse el desarrollo de la capacidad reactiva neuro-muscular. Si los valores entre el CMJ y el ABK fueran similares, se debería enfatizar el aspecto coordinativo de la acción sinérgica del balanceo de los miembros superiores al saltar; y de existir poca diferencia entre el ABK y el mejor salto del remate eficaz, el foco del trabajo debería orientarse más al aspecto técnico de todo el gesto (carrera previa, salto, y golpe del balón).

En este sentido, como referencia, en el presente trabajo, la relación porcentual media de la altura de los diferentes saltos ha sido la siguiente: entre el SJ y el CMJ 14,9%, del CMJ al ABK 22,6%, y entre el ABK y el SMR 12,5%, mientras que al SPR 17,0%. Se destaca que ha sido

mayor la altura en el SPR que en el SMR.

Por su parte, en la velocidad del balón en el remate, se observó que el desvío estándar del mejor remate del grupo masculino es inferior que el grupo femenino, lo que puede reflejar una mayor heterogeneidad en los niveles de fuerza de las mujeres. Por otro lado, en ambos grupos, la velocidad es claramente mayor cuando la altura del salto del remate no es la máxima, dado que el SPR es mayor que el SMR, lo que hace suponer la presencia de algún tipo de interferencia entre el esfuerzo necesario para elevarse a la altura máxima y la complejidad coordinativa de propulsar a mayor velocidad el balón en forma efectiva. Vale destacar que este particular, durante la revisión documental, no se reflejó reportado en la literatura, representando un tema relevante para seguir profundizando.

En cuanto a los saltos generales, se hallaron evidencias de relación directa y significativa ($p < 0,05$) entre la potencia absoluta del salto ABK y VMR en el grupo femenino y entre el índice elástico y VMR para el sexo masculino. Ante la demostración y el análisis de que la mejor altura alcanzada durante el remate no se relaciona con la máxima velocidad del balón, pero sí el índice elástico (para ♂) y la potencia absoluta del ABK (para ♀) determinando para la velocidad del balón en un 35,3% y 26,2% respectivamente, se puede considerar lo reportado en la literatura (Wagner *et al.*, 2009) donde se sugiere que los saltos estandarizados (SJ, CMJ) se relacionan con el salto durante el remate y que las altas velocidades angulares del hombro junto a la velocidad horizontal del centro de masa, pueden ser utilizados para alcanzar mayores alturas durante el remate (Wagner *et al.*, 2009).

Por lo tanto, se puede concluir que la velocidad del balón después del remate además de estar condicionada por factores coordinativos asociados a la secuencia del salto existe evidencia de estar relacionada y probablemente condicionada por la potencia mecánica absoluta producida en el salto ABK y del aprovechamiento de la energía elástica, que requiere de condiciones específicas para su manifestación, siendo altamente entrenable, igualmente puede considerarse que existe mejor desarrollo de la misma en el grupo masculino evaluado. Ante el análisis, surge la recomendación que para la población en estudio está presente la alta probabilidad de mejorar la VMB después del remate, con un adecuado entrenamiento de potencia al considerar el factor coordinativo implícito en el salto ABK y la producción de energía elástica.

Agradecimientos

A la selección juvenil del estado barinas y la asociación de voleibol del estado.

Conflictos de intereses

No se declara ningún conflicto.

Referencias

- Afonso, J., Mesquita, I., Marcelino, R., & Da Silva, J. A. (2010). Analysis of the setter's tactical action in high-performance women's volleyball. *Kinesiology*, 42(1), 82–89.
- Aullana, J. (2015). Aclaración de Términos y Conceptos Utilizados en el Entrenamiento de la Fuerza Explosiva. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 14(2), 1–29. Recuperado de https://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/4781/Kronos_2015_2_5.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bermejo, J., Palao, J. M., & Valadés, D. (2013). Análisis del remate de voleibol en jugadoras de élite [Analysis of volleyball spike in female elite players]. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 3(1), 22–32.
- De Conti Teixeira Costa, G., De Oliveira Castro, H., Freire, A. B., Evangelista, B. F., Pedrosa, G. F., Ugrinowitsch, H., & Praça, G. M. (2018). High level of Brazilian men's volleyball: Characterization and difference of predictive factors of back row attack. *Motricidade*, 14(1), 58–65. <https://doi.org/10.6063/motricidade.12221>
- FIVB. Reglas oficiales de voleibol 2017-2020, Fivb § (2016).
- Grgantov, Z., Milić, M., & Katić, R. (2013). Identification of explosive power factors as predictors of player quality in young female volleyball players. *Collegium antropologicum*, 37 Suppl 2, 61–68. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23914490>
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., Rosenstein, R. M., & Kraemer, W. J. (1991). Estimation of human power output from vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/00124278-199108000-00002>
- Hertogh, C., & Hue, O. (2002). Jump evaluation of elite volleyball players using two methods : Jump power equations and force platform. *Sports Medicine*, 42, 300–303.
- Lara-Sánchez, A. J., Vicén, J. A., Alegre-Durán, L. M., Linares, L. J., & Jódar, X. A. (2005). Medición directa de la potencia con tests de salto en voleibol femenino. *Archivos de Medicina del Deporte*, 22(106), 111–120.
- Lara, A., Abián, J., Alegre, L. M., Jiménez, L., & Aguado, X. (2019). *Assessment of Power Output in Jump Tests for Applicants To a*.
- Martinez, D. B. (2017). Consideration for Power and Capacity in Volleyball Vertical Jump

Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(4), 36–48. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000297>

Morin, J.-B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, · Matt, & Samozino, P. (2019). When Jump Height is not a Good Indicator of Lower Limb Maximal Power Output: Theoretical Demonstration, Experimental Evidence and Practical Solutions. *Sports Medicine*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01073-1>

Riggs, M. P., & Sheppard, J. M. (2014). The relative importance of strength and power qualities to vertical jump height of elite beach volleyball players during the counter-movement and squat jump. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4. <https://doi.org/10.4100/jhse>

Rowntree, D. (1984). Introducción a la estadística: un enfoque no matemático. Recuperado de <http://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/03/06a.AnálisisDeCorrelaciones.pdf>

Sahin, H. M. (2014). Relationships between acceleration , agility , and jumping ability in female volleyball players. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1), 303–308. Recuperado de <http://pelagiaresearchlibrary.com/european-journal-of-experimental-biology/vol4-iss1/EJEB-2014-4-1-303-308.pdf>

Sheppard, J. m., Cronin, J. b., Gabbett, T. j., Mcguigan, M. r., Etxebarria, N., & Newton, R. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res*, 22(3), 758–765.

Stewart A, Marfell-Jones M, O. T. (2011). *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.*

Struzik, A., & Zawadzki, J. (2019). Estimation of potential elastic energy during the countermovement phase of a vertical jump based on the force-displacement curve. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 21(1), 1–11. <https://doi.org/10.5277/ABB-01316-2019-01>

Valadés, D., Palao, J. M., Aúnsolo, Á., & Ureña, A. (2016). Correlation between ball speed of the spike and the strength condition of a professional women’s volleyball team during the season. *Kinesiology*, 48(1), 87–94. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.7>

Valadés, D., Palao, J. M., & Bermejo, J. (2013). Factores mejorables con el entrenamiento asociados a la efectividad mecánica del remate de voleibol [Trainable factors related to mechanical effectiveness in volleyball spike]. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 27(1), 3–12.

Valadés, D., Palao, J. M., Femia, P., Radial, P., & Ureña, A. (2007a). Validez y fiabilidad del radar para el control de la velocidad del remate en voleibol. (Validity and reliability of radar to spike speed control in volleyball). *Cultura_Ciencia_Deporte*, 2(6), 131–138. <https://doi.org/10.12800/ccd.v2i6.185>

Valadés, D., Palao, J. M., Femia, P., Radial, P., & Ureña, A. (2007b). Validity and reliability of radar to spike speed control in volleyball. *Cultura, Ciencia y Deporte* *Ciencia_Deporte*, 2(6), 131–138. <https://doi.org/10.12800/ccd.v2i6.185>

Wagner, H., Tilp, M., Von Duvillard, S. P. V., & Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *International Journal of Sports Medicine*, 30(10), 760–765. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1224177>

Winter, E. M., Abt, G., Brookes, F. B. C., Challis, J. H., Fowler, N. E., Knudson, D. V., ... Yeadon, M. (2016). Misuse of “Power” and Other Mechanical Terms in Sport and Exercise Science Research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 292–300.



Comportamiento de la glicemia durante la ejecución de un ejercicio continuo en adultos sedentarios

CAPÍTULO II



José Rafael Padilla Alvarado*



Manuel De Jesús Cortina Núñez**



Diana María Ríos Martínez***



Resumen

La observación de la dinámica glicémica durante el ejercicio físico ha sido un tema de profundo interés para las ciencias del deporte; en unos casos por incrementar el rendimiento en pruebas de larga duración y en otros por mejorar la capacidad de sostener los niveles de intensidad más elevados del ejercicio con fines de salud. El propósito del presente trabajo es analizar el comportamiento de los valores de la glicemia durante la ejecución de una prueba aeróbica en sujetos sedentarios. Metodológicamente es un estudio con enfoque cuantitativo, cuyo diseño es de campo y por su nivel es descriptivo, de corte transversal. Se seleccionó una prueba cuya intensidad se ubica en el límite inferior del nivel moderado, según lo propuesto por Kesaniemi et al, (2001) y cuya rata oscile alrededor del 65% de la frecuencia cardíaca máxima estimada, utilizando el protocolo propuesto para hombres y mujeres sedentarias de Tanaka et al (2001) Frecuencia Cardíaca Máxima FCM=211– (0,8 x edad), citados en Bouzas Marins et al (2010); con duración de 10 minutos para monitorear la dinámica glicémica en comparación con un grupo control. El análisis de datos se realizó con el software estadístico SPSS versión .22. Los resultados apuntan hacia una leve disminución en ambos grupos, después de transcurrido una hora para el control y al final de la prueba para el experimento. Esto indica una búsqueda del equilibrio homeostático de los azúcares sanguíneos y su correspondiente orientación del metabolismo para degradar ácidos grasos y preservar las reservas glúcidas.

Palabras clave

carbohidratos, glicemia, metabolismo glicolítico, ejercicio aeróbico

*Mg. Fisiología del ejercicio, Doctorando Cs. de la Actividad Física y el Deporte. Docente Asociado, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ, Barinas-Venezuela). Director del Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (OICAFD-UNELLEZ), Director: Revista Ciencias del Deporte; joserafael.pa@gmail.com

**Mg. Fisiología del ejercicio, Doctorando Cs. de la Actividad Física y el Deporte. Docente Asociado, Universidad de Córdoba (Montería-Córdoba, Colombia). mj cortinanunez@correo.unicordoba.edu.co

***Magister en Calidad, Especialista en Gerencia de la Calidad y Auditoría en Salud, Profesional en Fisioterapia, Docente de la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre (Sincelejo-Sucre, Colombia) di.m.arima@hotmail.com

Abstract

The observation of glycemic dynamics during physical exercise has been a subject of profound interest to sports science; in some cases to increase performance in long term tests and in others to improve the ability to sustain higher levels of exercise intensity for health purposes. The purpose of this paper is to analyze the behavior of glycemic values during the execution of an aerobic test in sedentary subjects. Methodologically, it is a study with a quantitative approach, whose design is field-based and because of its level is descriptive, cross-sectional. We selected a test whose intensity is at the lower limit of the moderate level, as proposed by Kesaniemi et al, (2001) and whose rate oscillates around 65% of the estimated maximum heart rate, using the proposed protocol for sedentary men and women of Tanaka et al (2001) Maximum Heart Rate $MHR=211- (0.8 \times \text{age})$, cited in Bouzas Marins et al (2010); with a duration of 10 minutes to monitor glycemic dynamics compared to a control group. Data analysis was performed with SPSS statistical software version .22. The results point to a slight decrease in both groups, after one hour for the control and at the end of the test for the experiment. This indicates a search for the homeostatic balance of blood sugars and its corresponding orientation of the metabolism to degrade fatty acids and preserve glucidic reserves.

Keywords

carbohydrates, glycaemia, glycolytic metabolism, aerobic exercise

Cita sugerida

Padilla, J., Cortina, M., & Ríos, D. (2019). Comportamiento de la glicemia durante la ejecución de un ejercicio continuo en adultos sedentarios. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 35-53). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



En un sentido estricto, es relevante la importancia que tiene la nutrición en la implementación de programas de actividad física, puesto que un correcto balance entre los macronutrientes y los micronutrientes, puede ser fundamental en la ejecución de los procesos bioenergéticos durante la realización de los ejercicios físicos. Dentro de estos nutrientes, se encuentran los carbohidratos (CHO) como la principal fuente de energía, los cuales se pueden clasificar en dos (2) tipos: de alto índice glicémico (AIG) y los de bajo índice glicémico (BIG).

Estudios realizados por Acosta, Ramírez y Rodrigo (2007) sobre la hipoglicemia en ejercicio, revelan que la misma está asociada con el consumo predominante de alimentos de alto índice glicémico. Asimismo, Guerrero (2003) indica que el consumo de CHO de bajo índice glicémico durante el ejercicio, mantiene los niveles de glicemia sanguínea más estables. Estas afirmaciones indican que la dinámica glicémica obedece más a sus propias leyes y mecanismos metabólicos, antes que a efectos por la manipulación exógena; en el sentido que el suministro de una alimentación con predominio de CHO con AIG, no implica garantías en mantener altos los valores de los CHO sanguíneos durante el ejercicio físico prolongado.

En el otro extremo, también es muy conocido en la actualidad, encontrar verdaderos riesgos y exposiciones de la salud cuando las personas se autoprescriben las llamadas “dietas cetogénicas o dietas de la ketosis KD” basadas en una disminuida proporción en el consumo de CHO en su ingesta diaria. Desconociendo la teoría metabólica o las leyes de la biología molecular, bajas sensibles en la proporción de CHO en la ingesta diaria, conllevan a verdaderas catástrofes para otros factores de buena salud como lo es la síntesis de proteínas, especialmente las constitutivas de la masa muscular.

Sobre este particular, autores como Goedecke (2003) o Cahill (2006), ya han advertido sobre las múltiples consecuencias de las llamadas KD, enfatizando en las respuestas hormonales que por la baja ingesta de CHO se verían inhibidas como el complejo de rapamicina en mamíferos mTORC1 por efectos de una elevada estimulación de la LHs, muy vinculada con la kinasa del adenosina mono fosfato AMPK favorecedora de la vía oxidativa y por consecuencia en aumentos del cortisol, además de la baja en la secreción de insulina que tiene actividad en favor de la formación proteica y con esta cadena de señales induciendo consecuencias negativas para la síntesis de proteínas.

Sobre lo anterior, autores como Teng LL., et al. (2019); Moro, T., et al. (2019), han advertido los efectos nocivos de este tipo de restricciones nutricionales, al tiempo que explican las respuestas adaptativas en las cascadas de señales bioquímicas, destacando la capacidad del complejo mTORC en cuanto preserva la memoria para responder en la síntesis proteica como

mecanismo de adaptabilidad y preservación del tejido.

El valor indispensable de los CHO en personas sometidas a ejercicios físicos ha sido clásicamente demostrado en múltiples trabajos al representar la fuente preferida en la síntesis de ATP, no obstante la entrenabilidad del miocito en oxidar ácidos grasos como mecanismo ahorrador de glucógeno para ampliar el aporte de estos en la energía demandada durante el ejercicio de larga duración. Mantener la glicemia en ejercicio es un factor determinante de las posibilidades de éxito en la ejecución de una determinada carga de trabajo (López y Fernández, 2006).

En este orden de ideas, se enmarca el siguiente trabajo al plantear ¿cuál será el comportamiento de los valores de glicemia ante la ejecución de ejercicio moderado (alrededor del 65% de la frecuencia cardíaca máxima) durante 10 minutos? El objetivo del presente trabajo está dirigido para analizar el comportamiento de los valores de la glicemia durante la ejecución de una prueba aeróbica en sujetos sedentarios.

Fundamentos teóricos

La glicemia se refiere al nivel de azúcar (glucosa) presente en la sangre. La medición de ésta se puede realizar por distintos métodos, sin embargo, el más común por su practicidad y fácil manipulación consiste en el uso de un aparato portátil denominado Glucómetro, de uso y venta comercial sin restricciones. Con este método, el mismo sujeto u otra persona pueden manipular, sin ninguna complejidad, el control de los niveles glicémicos, apenas con conocer las instrucciones de manejo del sencillo equipo.

Es así que se evidencian numerosos estudios para determinar la validez del método con aparatos portátiles, entre los cuales se encuentra: estudio de comparación de química seca para la determinación de glicemia (Aradillas, Quibrera, Tenorio, Hernández y Torres, 2002); los autores mencionados, probaron un modelo de dispositivo portátil en relación a un aparato de laboratorio llamado reflotrón, presentado una correlación (r) de 0,999 respecto al perfil de la glucosa oxidada. Siendo así, los resultados del dispositivo portátil se pueden aceptar como equivalentes al método validado (reflotrón). Se corrobora de esta manera la validez y utilidad de los aparatos portátiles en la medición de la glucemia sanguínea.

Ahora bien, para la evaluación de la glucemia existen unos rangos considerados como normales, para hombres entre 26 a 45 años según lo planteado por Tirosh, Shai, Tekes-Manova, Preg, Shochat y Kochba (2005), donde se plantea que la glicemia en ayunas debe ubicarse en un valor menor a 100 mg/dl y, según la Universidad de Nuevo México (2007), los valores normales de la glucosa plasmática deben oscilar entre 70-110 mg/dl. En el caso de superar el

límite superior recomendado se considera al sujeto con riesgo de presentar diabetes.

Por otra parte, la glicemia se presenta íntimamente relacionada con el metabolismo de los carbohidratos, donde la glucosa ingerida en los alimentos, participa de un largo proceso de reacciones bioquímicas que van desde la misma ingestión bucal hasta su degradación intermedia convertida en piruvato y la oxidación final en los entornos mitocondriales de la cadena respiratoria convertida en productos de liberación energética (ATP) y desechos como H_2O y CO_2 . Inicialmente, en el sistema gastrointestinal, participan las enzimas amilasa salival, amilasa pancreática y disacaridasa, las cuales convierten a los HCO, tipo polisacáridos y disacáridos, en monosacáridos (principalmente glucosa y en menor cantidad fructosa y galactosa) para ser absorbidos por las células intestinales (McArdle, Katch y Katch).

Es así como los monosacáridos alcanzan seguidamente el torrente sanguíneo, rumbo al destino final, definido por López y Fernández (2006) como las células hepáticas y las células musculares, considerándolas cuantitativamente como sitios de almacenamiento y degradación más importantes. Es allí donde se presentan disponibles para transferir la energía química contenida en los enlaces de sus estructuras moleculares, siempre que participe el agente catalizante debidamente activado en condiciones fisiológicas adecuadas. La mayoría de estos efectos mantenedores de la glucemia se deben a la relación INSULINA/ GLUCAGON en la sangre y a la actividad de la enzima quinasa dependiente de AMP (AMPK) en la célula.

El proceso de ingreso de la glucosa al miocito se conoce como difusión, la cual puede ocurrir de forma pasiva o activa. La manera activa o facilitada se ve facilitada por una serie de proteínas especializadas que se conocen como transportadoras de glucosa. Es de aclarar que se identifican una serie de doce tipos de estas proteínas especializadas conocidas como GLUT; en la célula muscular actúa de forma particular el transportador de glucosa GLUT4, activable por la acción de la hormona insulina a nivel de la membrana.

Cabe resaltar que en condiciones de reposo y en presencia de la enzima glucógeno sintasa, la glucosa se polimeriza para la generación del glucógeno, el cual se convierte en una reserva energética importante. Este proceso de biosíntesis es de gran importancia porque representa además, una de las manifestaciones de las adaptaciones al entrenamiento físico regular en vista que la capacidad de almacenamiento puede crecer en la célula conforme se producen modificaciones en el organismo por efectos del entrenamiento físico. En deportistas de alto nivel competitivo en el área de la resistencia de gran fondo y mediofondo, es posible encontrar duplicada la capacidad de este depósito comparado con individuos sedentarios.

De la gran ruta recorrida por la molécula glúcida y en respuesta a la necesidad energética del momento, en el interior celular se ubica el proceso de transformación de la glucosa mediante una secuencia de reacciones bioquímicas llamadas glucólisis o glicólisis anaeróbica y que también se define como la vía de Embden-Meyerhof, en honor a sus descubridores; el cual es

descrito de manera breve a continuación: partiendo del momento de ingreso desde el torrente sanguíneo, cuando la glucosa recibe en su estructura molecular la adhesión de un fosfato proveniente del ATP y se convierte en glucosa-6-fosfato.

Este proceso denominado fosforilación, carga negativamente a la molécula y modifica en tamaño la estructura de la molécula para evitar de este modo “salir” de la célula y apropiándose de un nivel energético mayor que el de la glucosa. López y Fernández (2006) señalan que para fosforilar una molécula de glucosa, la célula tiene que aportar la energía procedente de la hidrólisis de un mol de ATP. A este proceso inicial de aumento del nivel energético de un compuesto para posteriormente ser catabolizado los investigadores señalados anteriormente le denominan energía de activación.

Anteriormente, se señaló la propiedad de polimerización de la glucosa-6-fosfato, no obstante, según McArdle, Katch y Katch (2004) mencionan que en el metabolismo energético, la glucosa-6-fosfato se transforma en fructosa-6-fosfato. Seguidamente y al igual que en la fosforilación de la glucosa, se presenta un proceso endergónico al utilizar la energía de un segundo mol de ATP para fosforilizar a la fructosa-6-fosfato, convirtiéndose en fructosa 1,6-difosfato.

Muchos autores coinciden en reconocer hasta esta última reacción descrita, como la fase de **preparación** de la molécula, caracterizada por la endergonia o consumo de energía a partir de la hidrólisis del ATP existente en la célula, paradójicamente sabiendo que su finalidad como nutriente es aportar energía al sistema. Entre otros factores, la molécula de glucosa ha surtido un proceso de preparación para entrar a cumplir su finalidad metabólica en la siguiente fase llamada de **producción** (McArdle et al., 2004; López y Fernández, 2006; Costil, D. y Wilmore, J., 2004).

Según exponen McArdle et al. (2004), en la continuación del proceso de la glicólisis, la molécula posteriormente se descompone en piruvato al final de cinco (5) reacciones sucesivas. Importante en la secuencia degradativa de la glucosa, se le considera a la reacción intermedia cuando la fructosa 1,6 difosfato se convierte en dos (2) moléculas de tres (3) átomos de carbono que inicia la fase ácida como 3-fosfoglicealdehído, la cual se divide después en 1,3-difosfoglicerato.

Sucesivamente, se dan otras tres (3) transformaciones, no sin antes producir dos (2) ATP, hasta que se convierte en fosfoenolpiruvato, que al ser convertido en piruvato produce dos (2) ATP. Se destaca que durante el desacoplamiento de la hexosa 1,6 difosfato se extrae un protón (H^+) con dos (2) electrones ($2e^-$); el protón y los electrones reducen al dinucleótido de adenina nicotinamida (NAD^+) para formar NADH (reducido), cuya función buffer interviene para mantener el control del pH en el citoplasma. Este NADH hace funciones de transportador H oxidándose con destinado a la cadena de transporte electrónico en el espacio intermembranal

de las mitocondrias y facilitar allá la resíntesis de ATP.

En resumen, se producen cuatro (4) moles de ATP en ausencia de oxígeno, sin embargo, la tasa de producción neta es de dos (2) ATP, si se consideran los dos (2) utilizados para desdoblar la glucosa y la fructosa 6p. Esta etapa de degradación de la molécula de glucosa compuesta por las dos fases descritas anteriormente (**preparación y producción**) se suceden exclusivamente en el citoplasma celular, sin la participación del oxígeno, por lo que se le identifica como glicólisis anaeróbica e identifica una de las vías metabólicas que caracterizan a un importante grupo de deportes o actividades física por su predominio.

De la glicólisis anaeróbica destaca su altísimo costo en cuanto que posee poca capacidad de proveer energía a la célula (dos ATP) y aporta fuertemente al desbalance protónico en el citoplasma con efectos acidificantes de pH celular cuando se sostienen ejercicios físicos de alta intensidad más allá de los 15 o 20 segundos. Su valor agregado se establece por el rápido aporte de energía para la resíntesis de ATP en situaciones de actividad vigorosa como en momentos de elevada presión en deportes colectivos o en competencias individuales con duración entre los 10 segundos hasta los 3 o 4 minutos aproximadamente.

Sobre esto último deseamos destacar enfatizar en conceptos ya revaluados por la actualidad científica en cuanto a respuestas agudas o crónicas del entrenamiento orientado a la vía metabólica glicolítica; la formación final de 2 mol de piruvato y sus opciones metabólicas para continuar la ruta de degradación oxidativa en los círculos mitocondriales o ser reducido para formar lactato por el complejo formado por cinco izoenzimas, las cuales actúan de forma diferenciada en dependencia de poder reconvertir lactato a piruvato si se cuenta con la disposición bioquímica de la forma HDLH, presente solamente en aquellas fibras de alto poder oxidativo o fibras rojas (Robergs, 2003; Roig, 2002).

Una vez realizado este proceso en el cual la molécula de glucosa termina convertida en piruvato, la continuidad oxidativa se desarrolla ingresando a las mitocondrias para generar el ciclo del ácido cítrico, considerado como una serie de reacciones que tienen lugar en la matriz mitocondrial y conducen a la degradación total del acetil-CoA a dos (2) moléculas de dióxido de carbono y agua. Estas reacciones reducen a los transportadores de electrones NAD y FAD para ceder sus protones en la cadena de citocromos y, de esta forma, la energía libre producida se conserva utilizándola en la síntesis de ATP.

Se conoce además, como ciclo de los ácidos cítricos, ciclo de los ácidos tricarbóxicos y ciclo de Krebs en honor a su descubridor, Hans Krebs en 1937. Es la vía final en la oxidación de moléculas combustibles y es común para todas ellas, tanto para las moléculas glucosadas, lipídicas y proteicas, es decir, aminoácidos, ácidos grasos y azúcares.

La mayoría de estas moléculas entran al ciclo después de haberse transformado a acetil-CoA. Es, por lo tanto, un ciclo anfibólico, es decir, trabaja en forma catabólica y anabólicamente.

Sus funciones principales son la ruta oxidativa por la cual todos los nutrientes son catabolizados en los organismos y tejidos aeróbicos. Es además una importante fuente de intermedios para rutas anabólicas que llevan a la síntesis de un gran número de biomoléculas y es la principal fuente de energía metabólica que se deriva de las reacciones de redox unidas al transporte de electrones.

El ciclo de los ácidos cítricos es una serie de 8 a 10 reacciones:

- El ciclo de krebs da inicio con una condensación el oxalacetato una molécula de cuatro (4) carbonos se une a un aceti-CoA de solo dos (2) carbonos para formar un monómero de seis (6) carbonos: el citrato.
- El citrato se isomeriza hasta isocitrato.
- Luego sufre una descarboxilación oxidativa, para eliminar un CO_2 , y forma un compuesto de cinco (5) carbonos, el alfa cetoglutarato, para transferir un par de electrones al NAD.
- La segunda molécula de CO_2 se desprende en la siguiente reacción en la que el alfa cetoglutarato se descarboxila oxidativamente hasta succinil- CoA, una molécula de cuatro (4) carbonos. Esta reacción transfiere un par de electrones al NAD.
- En la siguiente reacción el succinil-CoA, libera la coenzima para producir succinato, esto genera al mismo tiempo una molécula de alta energía: el GTP.
- El succinato se oxida a fumarato, con el resultado de transportar un par de electrones al FAD.
- Prosigue una hidratación en la cual el fumarato recibe una molécula de agua para dar el malato.
- Éste se oxida para regenerar el oxalacetato, al transferir un par de electrones al NAD. Desde aquí se vuelve a empezar con otra condensación entre el oxalacetato y el acetil-CoA.

En las series de reacciones de este ciclo se producen cuatro (4) oxido-reducciones, en las cuales se transfieren tres (3) pares de electrones al NAD y un par al FAD, en las dos (2) reacciones de descarboxilación y en la regeneración del oxalacetato por medio del malato se reduce al $\text{NADH} + \text{H}$, y el FADH_2 . Este es el resultado de una reducción al transformar el succinato en fumarato. Estos ocho (8) pares de electrones serán transferidos por los mismos agentes transportadores en la membrana interna de la mitocondria para ser oxidados para que el $\text{NADH} + \text{H}$ genere tres (3) moles de ATP cada uno y el FADH_2 genere dos (2) por cada uno.

Este ciclo solo funciona en condiciones aeróbicas, es decir, en presencia de oxígeno. Esto es porque requiere de NAD y FAD y los mismos al ser reducidos transfieren sus electrones al oxígeno por medio de la cadena respiratoria. Por consiguiente, la velocidad del ciclo de Krebs depende de las necesidades de ATP del organismo. Es de mencionar que el ciclo de Krebs no se caracteriza por una alta producción de ATP, en él se forman solo dos (2) moléculas de GTP, que es equivalente energéticamente al ATP. La importancia principal está en su liberación y transportación de hidrógenos y electrones hacia la cadena terminal respiratoria. En esta se oxidarán y darán lugar a la generación de ATP.

Es así que con la cadena respiratoria o fosforilación oxidativa y, tal como fue descrito con anterioridad, durante la glucólisis se producen solo dos (2) moléculas de ATP y otras dos (2) moléculas en el ciclo de Krebs por cada molécula de glucosa degradada. Aun así la célula no ha podido utilizar en su totalidad la mayor cantidad de energía que se encontraba contenida en la glucosa, la cual se encuentra almacenada temporalmente en los pares de electrones de los enlaces del NADH y el FADH.

El proceso por el que esa energía se transfiere a los electrones (NADH y el FADH) hasta el oxígeno molecular para formar ATP, se conoce como cadena de transporte de electrones. Al respecto, McArdle, Katch y Katch (2004) señalan que la fosforilación oxidativa es el proceso mediante el cual se sintetiza el ATP durante la transferencia electrónica desde el NADH y el FADH al oxígeno molecular. Este proceso importante es el medio celular principal de extraer y atrapar la energía química en los fosfatos de alta energía.

En este sentido, se puede considerar a esta vía como una ruta anabólica, conocida también como la fosforilación oxidativa. El primer nombre hace referencia a la función respiratoria de la célula y el segundo se fundamenta en la oxidación acoplada a la fosforilación para generar ATP. Los componentes enzimáticos de la cadena respiratoria son grandes complejos insertados en la membrana interna de la mitocondria, los cuales se pueden mencionar en:

- NADH-Q reductasa
- Citocromo reductasa
- Citocromo oxidasa

En cuanto al rendimiento energético de los procesos cabe considerar cómo la reoxidación de cada NADH da lugar a la síntesis de tres (3) ATP y la de un (1) FADH a dos (2) mol de ATP. El total de ATP por molécula de glucosa oxidada es pues de 38 moles de ATP, de los cuales 30 proceden de los 10 NADH, cuatro (4) de los dos (2) FADH, sumados al aporte de la glucólisis donde se producen dos (2) moles ATP por molécula de glucosa y en el ciclo de Krebs dos (2) mol de ATP por cada dos (2) moles de piruvato que entran en el ciclo.

Sin embargo, debido a que inicialmente la fosforilación de la glucosa utiliza dos (2) mol de ATP, el rendimiento neto de ATP en la degradación completa de la glucosa en el músculo esquelético es de 36 moles de ATP. Se forman cuatro (4) moles de ATP directamente a partir de fosforilaciones a nivel del sustrato (glucólisis y ciclo de Krebs). Por otro lado, se generan 32 moles de ATP durante la fosforilación oxidativa (McArdle, Katch y Katch, 2004). Se puede concluir que la degradación de la glucosa por vía anaeróbica hasta piruvato origina dos (2) ATP y que la degradación aeróbica hasta CO₂ y H₂O produce 36 moles de ATP netos.

Asimismo, se tiene que la degradación de la glucosa produce 686 kcal/mol, las cuales son liberadas en forma de calor. El proceso aerobio logra por su parte conservar unas 266 kcal/mol en los 38 mol de ATP producidos, el resto lo pierde en forma de calor. Esto significa un rendimiento del proceso de 38,78% usándose para formar ATP, el resto se desprende en calor. Se considera que en cada mol de ATP se almacenan unas 7 kcal.

Ahora bien, para nadie es ya un secreto como la actividad física abarca, no solo la salud física, sino que además permite un incremento de bienestar general. El ejercicio permanente y sistemático permite prevenir una gran cantidad de enfermedades, como las cardiovasculares y metabólicas. Es así como un buen nivel de capacidad aeróbica está muy relacionado con la salud cardiovascular, puesto que la incapacidad para mantener una tarea físicamente demandante es uno de los síntomas de padecer enfermedades coronarias (Weineck, 1988).

Sobre este particular, Hoeger (citado por Guerrero, 2003) considera que la resistencia aeróbica es el mejor indicador del nivel de aptitud física de una persona, definida ésta como la capacidad individual de efectuar un ejercicio a cierto ritmo en equilibrio de oxígeno. Asimismo, considera que para promover y mantener la salud, la zona eficaz de entrenamiento puede fijarse en el 60% del consumo máximo de oxígeno, así como establece que el mejor indicador que permite verificar la intensidad de la carga de entrenamiento es la frecuencia cardíaca. Además, sugiere utilizar la fórmula de Haskell para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}), establecida a partir de la operación 220 menos la edad del participante (220-edad).

Es de mencionarse que la forma para establecer la intensidad utilizada en el presente estudio fue del 65% del máximo, controlada la misma con el empleo de la frecuencia cardíaca por medio de un pulsímetro; intensidad considerada como altamente segura para los sujetos participantes.

Metodología

Diseño metodológico

El presente estudio se realizó bajo un diseño de campo, ya que se caracteriza en trabajar con datos tomados directamente de la realidad en estudio, sustentándose de igual manera en el paradigma cuantitativo. Referente al nivel de la investigación, por su propósito de describir, la investigación es de carácter descriptiva de corte transversal.

Población y muestra

La población estuvo conformada por ocho (8) sujetos sedentarios, del género femenino y masculino; los cuales se dividieron aleatoriamente en dos (2) grupos: un grupo control con cinco (5) participantes, con una edad promedio de veintiocho (28) años, sin hacer ejercicios, y otro grupo experimental con tres (3) sujetos, con edad promedio de treinta y cinco (35) años, quienes hicieron el ejercicio físico con las características explicadas a continuación en los procedimientos.

Procedimientos

El estudio se programó para un día de semana con rutina ordinaria a las 2:30 pm en las instalaciones del Laboratorio de Fisiología del Ejercicio del Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela, para ambos grupos; los cuales fueron previamente orientados sobre la necesidad de mantener la dieta habitual y habiendo ingerido su última comida con tiempo de dos a tres horas previas al inicio del experimento. También se dieron orientaciones sobre la forma del protocolo de ejercicios y controles sanguíneos a utilizar antes, durante y después del ejercicio físico, esto último para el grupo experimental. Igualmente se informó sobre el tipo de indumentaria adecuada para hacer ejercicios al grupo experimental.

Criterios de inclusión

Todos los participantes manifestaron no estar ingiriendo medicamento alguno y su estado de salud es de aparentemente saludable, estando aptos para el ejercicio físico que se debía realizar. Así mismo, todos firmaron el consentimiento informado, ajustado a los protocolos de la Declaración de Helsinki, promulgada por la Asociación Médica Mundial como un cuerpo de principios éticos que deben guiar a la comunidad médica y otras personas que se dedican a la experimentación con seres humanos.

A continuación se estimó la frecuencia cardíaca máxima con el uso de la fórmula de Tanaka: $211 - (0,8 \times \text{Edad})$ y se obtuvo *in situ* el valor de la frecuencia cardíaca de inicio a sabiendas

de la hora del estudio. Inmediatamente, se procedió a obtener el valor alrededor de la zona del 65% de la intensidad del ejercicio utilizando la frecuencia cardíaca en el grupo experimental de acuerdo con los rangos propuestos por Kesaniemi (Bouzas Marins et al., 2010); y así controlar las condiciones de la prueba, de tal manera que cada sujeto del grupo experimental mantuviera un ritmo alrededor del 65% de su frecuencia cardíaca máxima durante 10 minutos de caminata o marcha en el treadmill.

Con respecto a la toma de la sangre se utilizó el método capilar, al pinchar el dedo y obtener la muestra sanguínea. Se realizaron muestras antes, al finalizar y después de 15 minutos del ejercicio para el grupo experimental; en el grupo control, el cual no hizo ejercicio alguno, también se tomaron muestras de sangre antes y después de la prueba de ejercicio del grupo experimental, una vez que el último participante de este grupo terminó su prueba.

Materiales

En el desarrollo de la prueba se utilizaron los siguientes instrumentos y materiales: un glucómetro portátil, cintas reactivas, un treadmill, un pulsímetro marca polar®, instrumentos de registro de datos y lápiz.

Modelo estadístico

Para el análisis de los datos llevado a cabo la técnica descriptiva, calculándose medias, valores máximos y mínimos, desviación típica, coeficientes de variación. Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS - Statistical Package for the Social Sciences) versión 23.0 para Windows.

Resultados

A continuación se pueden observar los estadísticos descriptivos de tendencia central y variación para el grupo experimental (tabla 1) y para el grupo control (tabla 2). En los mismos, se consideran los valores de la glicemia durante los momentos previos al ejercicio físico, al finalizar y 15 minutos después de finalizar el test para el grupo experimental y las muestras antes de la prueba y después del reposo para el grupo control, además del género, edades e índice de masa corporal (IMC).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del grupo experimental para los valores de la glicemia, edad e IMC por género

Sexo	Edad	Valores de glicemia (mg/dl)		IMC
		Antes	Final	
Femenino	31	126	114	114
Masculino	29	156	147	147
Masculino	46	146	126	126
Media	35	142,7	129,0	129,0
Desviación estándar	9,29	15,27	16,70	16,70

En la tabla 1 se observan los datos descriptivos de las variables evaluadas en el grupo experimental, el cual presente una edad promedio de 28 años. La glicemia en reposo se ubica en 112,6 mg/dL, considerada dentro de los rangos normales con tendencia al límite superior pero sin consideraciones de elevada, dado el estado postprandial del momento de la prueba. El IMC con valores de 28,2 kg/mt² ubicando al grupo en la categoría de sobrepeso. La glicemia se puede considerar con un leve excedente de acuerdo a los límites recomendados. Al finalizar la prueba se evidencia una disminución de 18 mg/dL y en la última muestra incrementa hasta 107,6 mg/dL

El grupo control presenta una edad promedio de 35 años, y la glicemia en reposo se muestra considerablemente elevada (142,7 mg/dL) de acuerdo con el límite superior recomendado. Al final de la prueba ejecutado por el grupo experimental mostró una leve disminución de 13,1 mg/dl, sin embargo, se mantuvo de manera importante sobre el límite recomendado. Cabe destacar que el IMC promedio (25,5) es menor que el grupo experimental.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del grupo control para los valores de la glicemia, edad e IMC por género

Sexo	Edad	Valores de glicemia (mg/dl)			IMC
		Reposo	Post-ejercicio	Última toma	
Masculino	30	132	99	115	34,9
Masculino	27	114	82	131	31,7
Masculino	33	118	106	83	27,6
Femenino	27	101	97	108	24,1
Masculino	25	98	89	101	21,8
Media	28	112,6	94,6	107,6	28,2
Desviación estándar	3,13	13,74	9,29	17,69	

En la figura 1 se puede observar una disminución de la glicemia en la segunda muestra para ambos grupos y un leve incremento en la última muestra para el grupo experimental. Asimismo, se destaca que los valores de glicemia del grupo se encuentran sobre los límites recomendados, por lo tanto existe riesgo de diabetes para el grupo en general.

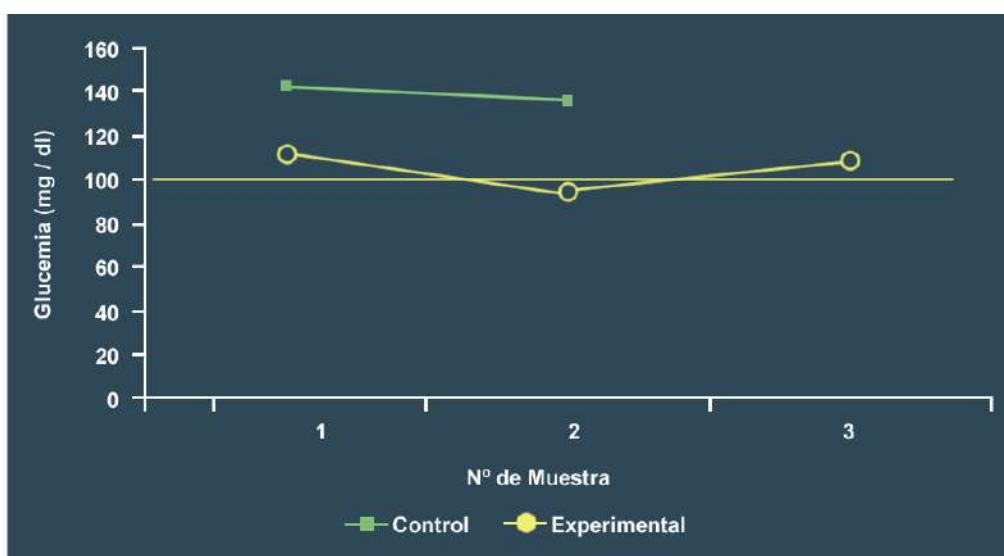


Figura 1. Comportamiento de la glicemia de los grupos control y experimental

Discusión

Es bien sabido como durante la realización de un ejercicio, las necesidades del metabolismo para degradar los nutrientes y facilitar la transferencia energética al ATP, provoca que el consumo de oxígeno de todo el cuerpo puede aumentar hasta aproximadamente 20 veces (desde 3,5 en reposo hasta 90 ml/kg/min, esto último en atletas élite de ciertos deportes con altísimas demandas de la potencia aeróbica), y aún mayores incrementos pueden producirse en los músculos que actúan directamente (López y Fernández, 2006; Rollo, I., 2014).

Para satisfacer sus necesidades de energía bajo estas condiciones, el músculo esquelético utiliza en muy altas tasas sus propias reservas de glucógeno y triglicéridos, así como los ácidos grasos libres provenientes de la lipólisis de los triglicéridos del tejido adiposo y de la glucosa liberada del hígado. En deportes de altas demandas glucídicas como el fútbol, se han reportado depleciones desde niveles en 96 mmol/kg de peso húmedo en reposo, hasta 9 mmol/kg de peso húmedo, al final de un partido (Rollo, I. (2014).

Tal como lo señala, Acosta (2007) para conservar la función del sistema nervioso central, los niveles de glucosa sanguínea son extraordinariamente bien mantenidos durante el ejercicio, además la hipoglicemia durante el ejercicio ocurre raramente en individuos no diabéticos. Al respecto, Ramírez (2007) indica que el ingreso de glucosa sanguínea a los músculos se incrementa rápidamente durante la fase inicial del ejercicio y continua incrementándose a medida que el ejercicio se prolonga.

En nuestro experimento, pudo observarse una tendencia a la disminución de las concentraciones de glucosa circulando en sangre (alrededor de 18 mg/dL) durante la ejecución del ejercicio con intensidad estimada en el 65% de la frecuencia cardiaca máxima, probablemente como respuesta al incremento en las demandas de resíntesis de ATP provocada por las contracciones musculares. Muy a pesar de ser una prueba considerada de corta duración (10 minutos) con la intensidad ya señalada, se deduce que las exigencias metabólicas incidieron en aumentar los procesos degradativos de la glucosa y de los ácidos grasos, en forma simultánea. Lo anterior se fundamenta en la tesis del metabolismo que indica **“las grasas se queman en la llama de los carbohidratos”** (McArdle, et al 2004; López, et al, 2006; Costil, et al, 2004).

Sin embargo, Bosch (citado por Ramírez 2005) señala que durante la actividad física la ingesta de carbohidratos mejora el mantenimiento de la glucosa sanguínea, permite una alta tasa de oxidación de carbohidratos exógenos, preservando las reservas de glucógeno del hígado y el músculo, retardando la aparición de la fatiga e incrementando la capacidad de resistencia. Asimismo, Flynn (citado por MacMillan, 2002) señala que el consumo de carbohidratos durante el esfuerzo ha demostrado mejorar el rendimiento deportivo retardando el tiempo de fatiga,

tanto en ejercicios prolongados de intensidad moderada, como en ejercicios intermitentes de alta intensidad.

La tendencia fisiológica comprobada en la literatura científica nos indica que durante el ejercicio físico de moderada a alta intensidad, aumentan los niveles de difusión de la glucosa sanguínea al citoplasma del miocito, acompañada de aumentos en la depleción del glucógeno muscular y compensado por la degradación hepática del mencionado polímero (McArdle, et al 2004). Aunque también se sabe que por efectos de la adaptación al entrenamiento físico el músculo esquelético desarrolla habilidades para utilizar, de manera anticipada, los ácidos grasos en lo que constituye un mecanismo para ahorrar glucógeno, lo cual se presenta de manera diferente en deportistas o sujetos sedentarios como el caso que nos ocupa en la presente investigación.

Un primera mirada a los resultados del presente estudio deja ver las elevadas cifras de la glicemia en reposo para ambos grupos (experimental y control), con valores promedios de 112,6 y 142,7 mg/dL, respectivamente, indicando niveles glicémicos postpandriales muy típicos de sujetos sedentarios. La condición de sedentarismo o poco activos para los sujetos valorados en el presente estudio se confirma cuando miramos que, en ambos grupos, se presentan en condición de sobrepeso (IMC 28,2 y 25,5 kg/m², respectivamente), siendo mayor en el grupo experimental, paradójicamente más joven (OMS, 2017).

La tendencia a la baja de la glicemia más pronunciada en el grupo que desarrolló el ejercicio físico al 65% de intensidad, demuestra el comportamiento de los carbohidratos en su aporte para la resíntesis de ATP. Si bien es sabido que a mayores intensidades del ejercicio se observa una mayor preferencia por los carbohidratos para el aporte de la energía, también es cierto que a intensidades moderadas o bajas, siempre se mantendrá el aporte glucídico en conjunto con la lipólisis para la resíntesis del ATP (López, et al, 2006). Ahora, en la medida que el ejercicio aumenta su volumen y se estabilizan los aportes y la demanda de oxígeno, es proclive al sostenimiento creciente del metabolismo oxidativo con preferencia hacia los ácidos grasos.

Algunos estudios han demostrado que, inclusive después de horas durante una competencia deportiva, el aporte de los carbohidratos se mantiene constante a la musculatura activa, a sabiendas del compromiso por mantener la glicemia estable y el aporte de glucosa a otros tejidos especializados en el uso de carbohidratos como el sistema nervioso, entre otros (López y Fernández, 2006; Rollo, I., 2014). De allí que se entrene la habilidad para consumir carbohidratos en medio de competencias deportivas de grandes volúmenes, especialmente el consumo de bebidas glucosadas en concentraciones entre el 4 y 8% han demostrado ser de gran utilidad para el mantenimiento glicémico.

También hace décadas que los estudios del metabolismo energético han establecido las

dinámicas de degradación y biosíntesis de los carbohidratos en los distintos tejidos corporales o por tipología de células de la musculatura estriada, tanto en sujetos sedentarios como en deportistas. En el organismo de un adulto sedentario se pueden almacenar unos 450 gramos de glucógeno, suficientes para el recambio metabólico diario; en tanto que un atleta élite puede duplicar y hasta más la cantidad de glucógeno almacenado entre el tejido hepático, la masa muscular y algunas pequeñas gotitas a nivel suprarrenal (Rollo, I., 2014).

Clásicamente, se ha establecido que los individuos con baja potencia aeróbica (VO_2 inferior a $30 \text{ ml/kg/min}^{-1}$), tienen limitaciones para sostener por la dependencia energética de los carbohidratos en ejercicios más allá de los 15 a 20 minutos (López y Fernández, 2006); circunstancia que conlleva a bajar la intensidad del ejercicio en búsqueda de un mayor aporte de energía desde la degradación de los ácidos grasos. Lo anterior se acompaña de una pobre capacidad mitocondrial y limitados recursos redox para el tamponamiento del flujo protónico derivado de la misma hidrólisis del ATP y los procesos degradativos de los azúcares en las fases de la glicólisis.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se tiene que la glicemia en reposo para el grupo experimental fue menor que la del control, con igual comportamiento luego del ejercicio. Asimismo, en los sujetos experimentales, durante la última muestra, hubo un aumento de la misma, como respuesta del organismo para equilibrar el gasto de glucosa muscular.

Recomendaciones

Para realizar un mejor control de la intensidad del ejercicio a desarrollar, se recomienda realizar un test de consumo máximo de oxígeno, que permita establecer adecuadamente el nivel de exigencia en sujetos participantes. Considerar el número de mediciones de glucosa sanguínea para obtener un Tabla más completo del comportamiento de la misma.

Conflictos de intereses

El equipo de investigadores declara no tener ninguna clase de conflictos en el desarrollo de la presente investigación.

Referencias

- Acosta, I. Ramírez, C. Rodrigo (2007). Índice glicémico y rendimiento: Ingesta de carbohidratos de distinto índice glicémico y su efecto en la capacidad de resistencia. [Revista en línea]. Disponible: www.sobreentrenamiento.com. [Consulta: 2008, noviembre 13].
- Aradillas, C., Quibrera, R., Tenorio, E., Hernández H., y Torres A. (2002). *Comparación dos Métodos de Química Seca para la Determinación de Glicemia: su Importancia en las Decisiones Terapéuticas*. [Documento en línea] disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/576/57627303.pdf>. [Consulta: 2008 Noviembre 2].
- Bouzas, J.C., Ottoline, N.M. y Fernández, M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. [Documento en línea. Consultado: Junio 01 de 2019: disponible en: <https://www.apunts.org/>].
- Cahill G. F., Jr. (2006). *Fuel metabolism in starvation*. Annu. Revista Nutrición.
- Costil, David; Wilmore, Jack (2004). *Fisiología del Esfuerzo Físico y el Deporte*. Quinta Edición. México: Editorial Paidotribo.
- Guerrero, L. (2003). *Ejercicio para la salud. Una vía para una vida plena y feliz*. Venezuela-Mérida: Ediciones del Consejo de Publicaciones, Universidad de Los Andes.
- Goedecke J., et al. (2003). *Adaptation to a high-fat diet for endurance exercise: Review of potential underlying mechanisms*. Int. Journal. Sport Medicine.
- López, J y Fernández, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio (3ª Edic.)*. España: Panamericana.
- McArdle, W., Katch F., Katch V. (2004). *Fundamentos de Fisiología del Ejercicio*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Moro, T., Brightwell, C.R., Velarde, B., S Fry, C., Nakayama, K., Sanbongi Ch., Volpi, E. y Rasmussen, B. B. (2019). Hidrolizado de proteína de suero aumenta la absorción de aminoácidos, la señalización de mTORC1 y la síntesis de proteínas en el músculo esquelético de hombres jóvenes sanos en un Ensayo cruzado aleatorio, *The Journal of Nutrition* , Volumen 149, Número 7, julio de 2019, páginas 1149–1158, <https://doi.org/10.1093/jn/nxz053>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *10 datos sobre la obesidad*. Recuperado de: <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/>
- Robergs, R. (2003). *Acidosis metabólica por el ejercicio: ¿de dónde vienen los protones?* PubliCE Standard. Disponible en: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Index.htm> . Pid. 68. [Consultada: 2018 Julio].
- Roig, J.L. (2002). *Metabolismo energético (Mioenergía): un análisis de los errores de interpretación*. PubliCE Standard. Disponible en: <https://g-se.com/metabolismo-energetico-mioenergia->

[un-analisis-de-los-errores-de-interpretacion-136-sa-H57cfb27107b3e](#) . [Consultada: 2018 Diciembre 23].

Rollo, I. (2014). Carbohydrate: The football fuel. Sports Science Exchange Vol. 27, No. 127, 1-8, por Lourdes Mayol Soto, M.Sc.

Teng LL, Lu GL, Chiou LC, Lin WS, Cheng YY, Hsueh TE, et al. (2019). *La señalización mTORC1 mediada por HTR6 del receptor de serotonina regula la mejora de la memoria inducida por la restricción dietética*. PLoS Biol 17 (3): e2007097. [Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2007097>]

Tirosh, A. Shai, I., Tekes-Manova, D., Preg, D., Shochat, T., Kochba, I., (2005) *Normal Fasting Plasma Glucose Leves and Type 2 Diabetes in Young Men*. The New Englan Journal of Medicine. [Documento en línea]. Disponible en: <http://content.nejm.org/cgi/reprint/353/14/1454.pdf>. [Consulta: 2008 Noviembre 2].

Universidad de Nuevo México, (2006). *Valores normales de Laboratorio*, [Documento en línea] disponible en: http://img.thebody.com/nmai/span/120_sp.pdf [Consulta: 2008 Noviembre 2].



Eficacia del entrenamiento intervalado e intenso en los marcadores bioquímicos en sujetos con sobrepeso y obesidad

CAPÍTULO III



Kelly Mercedes Diaz Theran*



Carlos Armando Hoyos Espitia**



Joseimar Thedy Garrido Marín***



Resumen

La inactividad física es nociva, por ser un factor de riesgo que ayuda al aumento de enfermedades no transmisibles. Actualmente, las alteraciones a causa de trastornos metabólicos, han incrementado, por cambios y tendencias de un mundo globalizado lo que repercute a nivel biopsicosocial, cultural y económico induciendo malos hábitos de vida, provocando cambios morfofuncionales a nivel orgánico. Además, es importante aclarar que el sobrepeso y obesidad, son acumulo de los porcentajes de grasa en el cuerpo, con factor de riesgo mayor cuando este tejido adiposo aumenta a nivel visceral causando un desequilibrio morfológico y bioquímico. El objetivo de este estudio evaluar el efecto de un programa de ejercicio combinado sobre los marcadores bioquímicos (colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta intensidad y de baja intensidad) e Índice de masa corporal a un grupo que participaron durante 16 semanas de un programa dosificado y estructurado acorde a sus características. El método utilizado cuantitativo, de corte longitudinal; participaron 50 adultos de 19-60 años, seleccionados de forma aleatoria de un grupo de 100 personas con Índices de masa corporal elevados ($IMC > 25$), se midió un grupo en dos momentos (antes y después) realizando medidas de tendencia central, Shapiro –Wilk para establecer normalidad de las variables, Prueba de t- Student y wilconxon para determinar individualmente el comportamiento de las variables de estudio. Después de la implementación del programa se logró establecer como el entrenamiento intervalico e intenso tiene una asociación estadísticamente significativa ($P < 0,05$) con los marcadores bioquímicos en sujetos con índice de masa corporal alterado.

Palabras clave

obesidad, sobrepeso, marcadores bioquímicos, entrenamiento intervalos

*Magister en Intervención Integral en el Deportista, Especialista en Docencia, Fisioterapeuta, Docente investigador de la Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Sincelejo – Sucre, Colombia categorizada en Colciencia en el nivel junior, Correo: Kelly.diazth@gmail.com

**Magister en Desarrollo y Cultura, Especialista en Actividad Física Terapéutica, Profesional en Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Docente investigador de la Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Sincelejo – Sucre, Colombia; Correo: carlos.hoyos@cecar.edu.co

***Especialista en Lúdica Educativa, Profesional en ciencias del deporte y la actividad física, Docente Institución educativa Royert, Sincelejo – Sucre, Colombia, Correo: joseimar-garrido@live.com

Abstract

Physical inactivity is harmful because it is a risk factor for the increase in non-communicable diseases. Currently, the alterations caused by metabolic disorders have increased due to changes and trends in a globalized world, which has repercussions on a biopsychosocial, cultural and economic level, inducing bad life habits and causing morphofunctional changes at an organic level. In addition, it is important to clarify that overweight and obesity are the accumulation of fat percentages in the body, with a greater risk factor when this adipose tissue increases at a visceral level causing a morphological and biochemical imbalance. The objective of this study was to evaluate the effect of a combined exercise program on the biochemical markers (total cholesterol, triglycerides, high intensity and low intensity lipoproteins) and Body Mass Index in a group that participated for 16 weeks in a dosed and structured program according to their characteristics. The quantitative method used, of longitudinal cut; 50 adults of 19-60 years participated, selected in a random way of a group of 100 people with Indexes of corporal mass elevated (IMC>25), a group was measured in two moments (before and after) realizing measures of central tendency, Shapiro -Wilk to establish normality of the variables, Test of t-Student and wilconxon to determine individually the behavior of the variables of study. After the implementation of the program it was possible to establish how the intervalic and intense training has a statistically significant association ($P<0,05$) with the biochemical markers in subjects with altered body mass index.

Keywords

obesity, overweight, biochemical markers, training intervals

Cita sugerida

Diaz, K., Hoyos, C., & Garrido, J. (2019). Eficacia del entrenamiento intervalado e intenso en los marcadores bioquímicos en sujetos con sobrepeso y obesidad. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 54-70). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



El ejercicio físico según Duperly & Lobelo (2015) es la actividad física que sigue un entrenamiento estructurado y se realiza de forma regular buscando optimizar uno o más aspectos del fitness, teniendo en cuenta ciertos componentes, como son la neumotecnia FITT que se convierte en frecuencia, intensidad, tipo y tiempo. Elementos que le brindan una estructura y organización a la planificación en busca de obtener unos resultados acordes a los objetivos trazados.

Es así, como el ejercicio de carácter aeróbico que se practica de forma regular y estructurado trae efectos benéficos para la salud social, mental y física de quienes lo practican. Además, existen métodos con beneficios más súbitos y profundos según declara Alarcón, et al., (2016) uno de ellos es el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) teniendo en cuenta que su aplicación provee una ventaja a nivel de enfermedades cardiometaabólicas, actualmente concebida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las principales causas de muerte en el mundo.

Las enfermedades asociadas a la inactividad física vienen en progreso en países desarrollados y en desarrollo, lo que está directamente relacionado con los cambios en los estilos de vida de la población mundial. Enfermedades como las cardiopatías, la diabetes, enfermedades cerebro vasculares (ECV), el cáncer entre otras, son el principal causante de descensos en el mundo. Esta epidemia es cada vez más visible y dificulta el desarrollo económico de países en etapa de desarrollo. Factores de riesgo modificables como el alcohol, tabaco, alimentación insana, la inactividad física, el aumento del índice de masa corporal (IMC), porcentajes grasos sobre todo a nivel del perímetro de cintura hacen que la probabilidad de un riesgo metabólico aumente y con ello aumente la probabilidad de sufrir hipertensión arterial, elevadas concentraciones plasmáticas de colesterol, de triglicéridos y de lipoproteínas de baja densidad (LDL), las bajas concentraciones plasmáticas de las de alta densidad (HDL), la obesidad, el sobrepeso y la diabetes mellitus (Aristizábal & Jaramillo, 2003). Convirtiendo la inactividad física en una amenaza para todos los grupos poblacionales.

Estos factores de riesgo que fomentan el desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT) son modificados favorablemente por la práctica regular y cotidiana de las actividades físicas y la educación que son estrategias de fácil ejecución y bajo costo a nivel de salud (Aristizábal & Jaramillo, 2003).

Es así, que la práctica de actividad física está contrariamente conexas a la probabilidad de padecer una enfermedad cardíaca; en los últimos años se ha logrado obtener por medio de la evidencia una cantidad de datos que caracterizan a la actividad física con una relación dosis/respuesta, entendiendo la dosis como el monto eficiente de energía usada durante la ejecución

de la actividad física y sus efectos como la respuesta ante esta acción. No obstante, la mala programación de la actividad física constituye un peligro notable para la salud de las personas con factores de riesgo.

Ultimamente el interés en la aplicación e intervención de HIIT y HIT ha crecido significativamente teniendo en cuenta los beneficios demostrados en la salud de los que lo practican; el entrenamiento intervalado e intenso implica la repetición sistemática de estímulos rápidos que duran pocos segundos hasta varios minutos, alejados por cortos periodos de descanso y recuperación, que logran cambios característicos en personas diagnosticadas con enfermedades crónicas asociadas a un estilo de vida poco saludable, estos autores Weston, Wisløff y Coombes (2013) plantean en su tesis, que no existe un número o intensidad entre los intervalos en una intervención de HIIT; pero, se encuentra evidencia que la acumulación de una variedad de HIIT remite una eficacia en la mejora de la aptitud cardiorespiratoria, el Volumen de oxígeno máximo, la capacidad metabólica y la sensibilidad a la insulina. Sumado a esto el ejercicio se realiza en tiempo reducido y los beneficios se logran en un menor tiempo lo que adiciona un factor motivante.

Por consiguiente, la programación del ejercicio físico de calidad y con responsabilidad representa un desafío para los profesionales de la salud y las ciencias sociales, de manera que la programación del ejercicio físico debe ser eficiente y eficaz para lograr obtener de ella los mayores beneficios con los mínimos riesgos posibles; consecuente con esto organizaciones como la Sociedad Española de Cardiología, la Asociación Americana del Corazón, la Asociación del Corazón de New York, y el Colegio Americano de Medicina del Deporte establecen criterios para la evaluación, clasificación y prescripción del ejercicio físico en grupos de individuos con patologías asociadas a la inactividad física.

A causa de lo anteriormente expuesto, autores como Molina, Cifuentes, Martínez & Mancilla (2016) afirman que el objetivo del tratamiento de la obesidad es reducir la grasa corporal por lo que el ejercicio debe ser capaz de activar tres procesos básicos que son la activación de la lipólisis, el transporte de ácidos grasos (plasmático e intracelular) y su incorporación final a la mitocondria donde se produce la combustión siendo el hígado (10%) y el músculo esquelético (90%) los sitios esenciales de oxidación

Según lo planteado anteriormente, el entrenamiento con un fin terapéutico en personas con sobrepeso y obesidad ayuda a disminuir la morbilidad y a mejorar su calidad de vida. Es importante resaltar que los médicos especialistas no tienen en cuenta el ejercicio físico en su programa de tratamiento, donde solo se limitan a prescribir fármacos, dietas y reposo entre otras, olvidando cada uno de los beneficios que trae consigo el ejercicio.

Continuando con la premisa, los médicos son los que en primera instancia deben prescribir el ejercicio físico, por lo tanto, deben tener un conocimiento básico de los principios o beneficios

del ejercicio físico terapéutico, conociendo la estrecha relación de la intensidad, duración y frecuencia de estos. Además, que el principio del ejercicio físico es el movimiento corporal humano, teniendo en cuenta como condición que este debe ser planificado, estructurado y repetido con un fin fundamental que es mejorar aptitud física, componente que tiene presente la composición corporal y los marcadores bioquímicos como el colesterol, los triglicéridos, perfil lípido son un insumo valioso para determinar sus medios de intervención. Teniendo en cuenta el principio de individualidad en las personas, se deben conocer el impacto que tiene el ejercicio físico sobre los marcadores bioquímicos, ya que estas, están directamente relacionadas con la obesidad y el sobrepeso; pues estas dos enfermedades que tienen una alta prevalencia de muertes a nivel mundial.(Saeta & Escalona, 2005).

Por otra parte, es de importancia tener en cuenta los principios metodológicos dentro del programa de ejercicios, ya que estos ayudan a obtener mejores resultados teniendo en cuenta los objetivos a alcanzar, en ese mismo orden de ideas para darle un tratamiento a personas con enfermedades no transmisibles, el tipo de ejercicio debe ser aeróbico y dinámico, con el fin de tener una acción protectora y conservadora del medio interno y sistémico. Es así como el riesgo cardiovascular relacionado con el sobrepeso y la obesidad en personas adultas está condicionado en gran medida por el nivel de condición física que se posee en la infancia y adolescencia. Al realizar una práctica física adecuada, además de la posible pérdida de peso, se mejoran los porcentajes de masa grasa y masa muscular, y a su vez aumentan los niveles en parámetros cardiovasculares y fuerza muscular (Torres, García-Martos & Villaverde, 2010).

Diversos estudios demuestran como el ejercicio físico es un factor coadyuvante en el mejoramiento de los factores que intervienen en el sobrepeso y la obesidad (Mantilla, Urina & Herazo, 2017) estableciendo que el ejercicio físico es una herramienta fundamental para que los pacientes con patologías cardiovasculares obtengan una mejor calidad de vida realizando ejercicio físico de 3 a 5 días en un intervalo de tiempo no menor a 12 semanas.

Así también, se establece que un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico mejora las condiciones de riesgo en personas inactivas físicamente Rubio, Franco, Ibarretxe & Oyon, (2017) obteniendo niveles de eficacia en marcadores bioquímicos como triglicéridos y un aumento del colesterol, así como aumento de la distancia recorrida y mayor capacidad de respuesta ante la percepción del esfuerzo. Para Ratamess (2015) los objetivos y las propiedades del entrenamiento de la resistencia y la fuerza son numerosos, y las personas entrenan por motivos distintos; uno de ellos es el componente salud y bienestar el cual está ligado significativamente a la calidad de vida por tanto incluir los componentes de fuerza y resistencia en los programas de ejercicios tiene una amplia variedad de constructos que evidencian su impacto

Delgado (2015) establecen que una intervención integral de frecuencia moderada y corta duración (i.e., tres sesiones/semana durante tres meses) permitiría reducir significativamente

el peso y la grasa corporal, además de mejorar considerablemente la condición física en candidatos a cirugía bariátrica una mayor duración y/o frecuencia de intervención podría ser necesaria para modificar significativamente variables plasmáticas.

Igualmente, la disminución de peso y el incremento de la actividad física conducen a la reducción de los factores de riesgo al mejorar la sensibilidad a la insulina. Entre sus efectos beneficiosos se señalan el aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL), disminución de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y en algunos, de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), así como la disminución de la presión arterial y de la resistencia a la insulina. Por otra parte, la reducción de peso moderada conduce a una disminución del colesterol de LDL, mejora los factores de riesgo y disminuye el riesgo global del paciente. Ensayos clínicos muestran los beneficios de la disminución de la presión arterial, la reducción de los lípidos en sangre y el control de la glucemia, de manera que se recomienda el tratamiento agresivo mediante regímenes de terapia combinada (Soca, et al., 2009).

Los siguientes autores Calero, Maldonado, Fernandez & Rodriguez (2016) en su investigación denominada Actividades físico-recreativas para disminuir la obesidad en mujeres entre los 35-50 años de edad afirman que la aplicación sistemática de la propuesta de ejercicios físicos y recreativos contribuye a largo plazo a disminuir el índice de sobrepeso en mujeres de edad madura (35-50 años).

Así también, Prieto, Del Valle, Mendez & Gomez (2015) aseveran desde la evidencia que la monitorización es la metodología más eficaz para los programas de ejercicio físico en población adulta con obesidad. Sin embargo, la prescripción del ejercicio en el hogar desde la atención temprana supone un importante enfoque para personas que por motivos físicos y/o psicológicos como es el caso de la obesidad no pueden acceder a los centros deportivos a participar en actividades dirigidas por un monitor. Se despejan incógnitas del ejercicio aeróbico en el hogar que son de gran repercusión para las políticas sociales con relación a la salud de la población adulta mayor.

En ese orden de ideas, vemos una investigación presentada por los autores Meseguer (2017) en la que concluyen que la prescripción y derivación a programas de ejercicio físico desde los centros de atención primaria se debe de valorar como recurso para la mejora del fitness cardiorrespiratorio en la población estudiada

Por último, en un estudio realizado en la ciudad de Sincelejo, se encontró que la prevalencia de sedentarismo en el municipio de Sincelejo, es de 78,6%, encontrando que 81 de cada 100 personas no realizan ninguna actividad física y 19 de cada 100 si la realizan (Vidarte & Vélez, 2015). Este dato le brinda relevancia al estudio realizado, estableciendo la importancia de realizar programas de ejercicios físicos acorde a la problemática regional y con investigación aplicada al entorno.

Materiales y métodos

Se estudió un grupo de 50 personas adultas, 19 mujeres y 31 hombres (19 a 60 años) con diagnóstico de sobrepeso y obesidad ($IMC > 25-40 \text{ kg/m}^2$), sin lesiones u enfermedades asociadas y que completaran 16 semanas de asistencia continua al programa de ejercicio físico combinado. Los participantes fueron seleccionados de la base de datos de usuarios del gimnasio The Word Gym personas que por indicación médica asistían al centro de acondicionamiento físico y que solo tuvieran 15 días de vinculación, es decir clientes nuevos.

Antes de iniciar su participación, los sujetos completaron un cuestionario de historia clínica incluyendo antecedentes cardiovasculares, respiratorios y tratamiento farmacológico. Todos los integrantes firmaron un consentimiento informado y se les realizaron toma de peso y talla. El peso se midió antes de iniciar el programa de ejercicios en las sesiones 1, 8 y 16 usando la báscula corporal Tanita® modelo Bc585f Fitscan en metal, con el evaluado descalzo, con poca ropa y sin objetos metálicos. Además, se solicitó previamente exámenes de laboratorio como son Colesterol total, triglicéridos, HDL, LDL y Hemoglobina.

Consideraciones éticas

En todo momento se respetaron las normas éticas teniendo en cuenta las normas legales y la integridad de las personas de acuerdo con la declaración de Helsinki (1993) (Manzini, 2000). Además, se aprobaron los protocolos en el comité de ética institucional.

Protocolo de ejercicio

Identificación de marcadores bioquímicos de enfermedad y pruebas complementarias

Se solicitaron los siguientes exámenes de laboratorio: hemoglobina, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL. De igual manera, se tomaron datos como peso, talla, IMC, Frecuencia cardiaca y presión arterial en reposo. Durante las semanas 1, 8 y 16 se tomaron peso, talla e IMC, además se generaron controles con los exámenes de laboratorio. Al evaluado se le tomaba la frecuencia cardiaca, respiratoria y tensión arterial antes, durante y después de terminada de la sesión de ejercicio, además de la verificación de la percepción del esfuerzo. El programa de ejercicio físico combinado está constituido por ejercicio de fuerza, resistencia y se incluyó el juego como un factor motivador, definiéndose el juego desde la interpretación de Pérez A (1999) quien coincide el juego como el laboratorio donde el ser humano tiene la posibilidad de observar, analizar, explorar, actuar, resolver problemas, vencer obstáculos, luchar, proyectar y gozar; en otras palabras, es el espacio y el tiempo para reencontrarse felizmente con el otro yo. El programa baso su técnica en dos tipos de entrenamiento, el Entrenamiento high intensity interval training (HIIT); para trabajo cardiovascular y el entrenamiento high intensity training

(HIT) para trabajo de fuerza con una relación 1:1 entre el periodo de trabajo y descanso que es el utilizado para entrenamiento del sistema de energía aeróbica a largo plazo en este tipo de intervalo el ejercicio es relativamente intenso y la duración se mantiene breve, evitando el agotamiento (Katch, & Mcardle, 2015). La progresión se realizó con una relación de 2:1 terminadas las 8 semanas de entrenamiento, teniendo en cuenta los signos de adaptación. El programa tiene una duración de 30 a 40 minutos, con una frecuencia de 3 veces a la semana. Cada sesión de ejercicio fue supervisada por un Medico, Fisioterapeuta, y profesional en ciencias del deporte. (Tabla 1.)

Tabla 1. Programa de ejercicio físico combinado en sobrepeso y obesidad

Macro estructura sobrepeso y obesidad					
Objetivo					
Favorecer la adaptación fisiológica a través de estímulos de ejercicio físico combinado que permitan reducir los marcadores bioquímicos asociados al sobrepeso y obesidad.					
Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Recomendaciones generales
	inicial – adaptación fisiológica	mejoramiento		mantenimiento del efecto	Calzado adecuado Hidratación Tomar frecuencia cardiaca, respiratoria: antes, durante y al final. Utilizar escala de percepción subjetiva de El Esfuerzo (Borg). Controlar curva de frecuencia cardiaca y percepción del esfuerzo en pacientes con medicación y con betabloqueantes. Evitar ejercicios de alto impacto articular y favorecer los ejercicios que trasladan la masa.
Semanas	1	6 7 8 9 10 11 12		13 14 15 16	
	2				control final
	3				
	4				
	5				
Dirección del estímulo (tipo de trabajo o ejercicio)					
		Diagnostico final Pruebas bioquímicas (TG, HDL, LDL, IMC)			

Cont...

Componentes	% - Hora	% - Horas	% - Horas
Resistencia cardiorespiratoria	60 - 10	50 - 15	70 - 20
Fuerza muscular	30 - 5	40 - 10	20 - 15
Juego	10 - 5	10 - 5	10 - 5
Total	100 - 20	100 - 30	100 - 40
Intensidad	60 – 70 % de la frecuencia cardiaca de reserva	70 – 80 % de la frecuencia cardiaca de reserva	80 – 85 % de la frecuencia cardiaca de reserva
Duración	30 - 40 minutos / sesión 1 Hora	150 - 200 minutos / semana	
Ritmo de progresión	Se incrementa la intensidad en fase de adaptación y se sigue el ritmo de progresión en combinación con la frecuencia y duración del ejercicio. Se inicia en fase de adaptación entre la primera a la 6° semana, teniendo en cuenta que el nivel de acondicionamiento físico inicial está por debajo del deseado.		
Tipo de ejercicio	Circuitos HIIT Y HIT con aceleración metabólica combinada (fuerza resistente + resistencia cardiorespiratoria).		
Frecuencia	4 días / semana	5 días / semana	4 días / semana
Sesiones por micro	DX. I	5	4
	4	5	4
	4	5	4
	4	5	4
	4	5	4
	4	5	control final
Minutos por micro	DX. I	300	240
	40	300	240
	40	300	240
	40	300	240
	40	300	240
	40	300	240
Volumen total por etapa	240 minutos	1800 minutos	1440 minutos

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 24, realizando un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y de estudio. Se utilizó la prueba de Shapiro -Wilk para establecer normalidad de las variables objeto de estudio de las cuales solo peso y colesterol total antes y después provienen de una distribución normal a los cuales se les aplicó una prueba para muestras pareadas t-Student y para las que no tienen distribución normal se les aplicó la prueba de Wilcoxon. Con el fin de verificar el cambio individual del pre y pos intervención. Estableciendo significancia estadística de las diferencias con un $p < 0,05$.

Resultados

Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables cuantitativas

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	50	19	60	36,38	8,604
Frecuencia cardiaca antes	50	160	201	183,18	9,093
Frecuencia cardiaca después	50	160	201	183,62	8,604
Peso antes	50	68	93	82,06	6,244
Peso después	50	62	93	79,36	6,613
Talla	50	2	2	1,68	,067
IMC antes	50	20	34	29,26	2,456
IMC después	50	20	32	28,28	2,408
Colesterol total antes	50	199	276	233,48	20,262
Colesterol total después	50	196	264	225,52	16,221
Triglicéridos antes	50	87	248	190,40	36,568
Triglicéridos después	50	87	234	186,22	34,439
HDL antes	50	18	70	32,68	11,246
HDL después	50	25	65	36,12	8,017
LDL antes	50	85	190	153,96	26,822
LDL después	50	58	179	143,88	25,515
N válido (por lista)	50				

En el estudio se evaluaron 50 personas con edades comprendidas entre 19 y 60 años, donde el 38% es femenino y el 62% de sexo masculino, encontramos que por cada mujer hay 1,6 hombres, con residencia en la ciudad de Sincelejo con una participación de forma regular al programa de ejercicio (mínimo 3 veces por semana), en mayor proporción con un 72% (36) los participantes son profesionales (Tabla 2, 3).

Tabla 3. Análisis descriptivo de las variables cualitativas (sociodemográficas)

Categoría	Variable	Muestra (N=50)	Antes %
Nivel de escolaridad	Bachiller	3	6,0%
	Especialista	5	10,0%
	Maestría	3	6,0%
	Profesional	36	72,0%
	Técnico	3	6,0%
Estado civil	Casado	38	76,0%
	Soltero	10	20,0%
	Unión Libre	2	4,0%
Sexo	Femenino	19	38,0%
	Masculino	31	62,0%

El 62% de los evaluados son de sexo masculino, con mayor proporción casados (76%) y 72% con nivel de escolaridad profesional.

Tabla 4 Estadística (media, D.S, t, significancia) de las variables con distribución normal peso y colesterol total antes y después

Estadísticos de prueba				
Variable	Media	Desviación estándar	t Student	Sig. (bilateral)
Peso antes - Peso después	2,700	4,292	4,449	,000
Colesterol total antes - Colesterol total después	7,960	13,219	4,258	,000

*<0,05.

Hay una diferencia significativa en las medias de las variables estudiadas con distribución normal. Por lo tal se concluye que el programa de ejercicios físicos si tiene efectos sobre la disminución del peso y colesterol total antes y después de aplicado el programa de ejercicios físicos.

De hecho, los evaluados bajaron en promedio las variables: peso de 82.06 kg a 79.36 kg,

al igual que el colesterol total de 233.48 a 225.52 antes y después del programa de ejercicio.

Tabla 5. Estadística (media, Z, significancia) de las variables sin distribución normal IMC, triglicéridos, HDL, LDL antes y después

Estadísticos de prueba				
Variable	IMC después – IMC antes	Triglicéridos después - Triglicéridos antes	HDL después – HDL antes	LDL después – LDL antes
Z	-3,881b	-3,444b	-4,815b	,000
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,001	,000	,000
		*<0,05.		

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
 b. Se basa en rangos positivos
 c. Se basa en rangos negativos

Existe una diferencia significativa en las medias de las variables estudiadas con la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por lo tal se concluye que el programa de ejercicios físicos si tiene efectos sobre la disminución de las variables IMC, Triglicéridos, HDL, LDL antes y después de aplicado el programa de ejercicios físicos.

Discusión

En los últimos años, diversos estudios han destacado el impacto que tiene el ejercicio y sus innumerables beneficios para la salud; sin embargo, muchos se centran en un tipo único de ejercicio predominando la parte aeróbica contrabajo de fuerza muscular (Jimenez, 2013) a diferencia del actual que muestra los efectos de un programa de ejercicio combinado de 16 semanas fundado en dos tipos de entrenamiento, el entrenamiento high intensity interval training (HIIT); para trabajo cardiovascular y el entrenamiento high intensity training (HIT) para trabajo de fuerza con una relación 1:1 entre el periodo de trabajo y descanso, y como un medio motivador se incluye la lúdica. (Tabla 1)

Un estudio denominado efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular realizado por Rubio, Franco, Ibarretxe & Oyon (2017) coincide notoriamente con el actual donde se aplicó un programa de ejercicio a un grupo de 49 hombres y mujeres con dislipidemia los cuales se encontraban en sobrepeso y obesidad tipo I, además otro factor que se asemeja es que el programa de ejercicio fue a 4 meses a una intensidad de 40% y 60% de la capacidad máxima con una frecuencia de 3 días a la semana y una duración de 30-60 min.

Este resultado se asemeja al encontrado en la investigación denominada efecto de un programa de ejercicio físico individualizado sobre el perfil lipídico en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular realizado por Rubio *et al.* (2017) donde se aplicó un programa de ejercicios a un grupo de 49 hombres y mujeres con dislipidemia los cuales se encontraban en sobrepeso y obesidad tipo I, los resultados obtenidos para ambos sexos demostró al igual que en la actual investigación que hubo una disminución del colesterol total ($p < 0,02$), del colesterol LDL ($p < 0,01$), de los triglicéridos ($p < 0,05$) y un aumento del colesterol HDL ($p < 0,05$). (Tabla 4, 5)

Esta investigación contrasta con la actual teniendo en cuenta que la metodología utilizada coincide y el grupo de personas tienen la misma patología y se consiguieron resultados en la disminución de los marcadores bioquímicos tras el ejercicio, logrando una disminución del colesterol total para ambos sexos siendo en las mujeres de mayor impacto, dado que hubo una disminución de un 58%, se mantuvo en un 42% lo que es favorable, en cambio en hombres bajo en un 58%, se mantuvo en 35% y subió en un 6%. En el colesterol LDL también se obtuvo una disminución para ambos sexos, pero en este caso teniendo un mayor impacto en hombres, luego entonces en mujeres vemos que un 68% bajo, un 26% se mantuvo y subió un 5%, mientras que en hombres bajo un 71%, se mantuvo en un 26% y subió 3%. Por último, vemos que en el colesterol HDL observamos un aumento significativo para ambos sexos predominando un mayor impacto en hombres en los cuales subió un 77%, se mantuvo en un 16% y bajo en un 6%. Por todo lo anteriormente dicho al implementar un programa de ejercicio físico con una correcta planificación se pueden lograr excelentes resultados como lo demuestra esta investigación y la anteriormente mencionada.

Otro antecedente para contrastar es el realizado por Rojano & Vargas (2014) quienes indagaron sobre los efectos del ejercicio físico en 18 mujeres entre 42 y 62 años, los resultados obtenidos se relacionan con los del actual proceso donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar el programa de ejercicio sobre el colesterol total obteniendo resultados que se relacionan la actual investigación, presentando un impacto significativo en el marcador bioquímico colesterol total y lipoproteína de baja densidad (LDL), por consiguiente; podemos afirmar que el estudio de Rojano & Vargas (2014) y el presente estudio, corroboran que con el ejercicio se alcanzan los objetivos propuestos logrando disminuir positivamente los indicadores bioquímicos evaluados post intervención.

Por otro lado, en una investigación realizada por Soca et al. (2009) titulada efectos beneficiosos de cambios en la dieta y ejercicios físicos en mujeres obesas con síndrome metabólico. La muestra está conformada por 150 mujeres obesas con síndrome metabólico en el cual en un periodo de 6 meses se asignaron aleatoriamente 70 pacientes al grupo control y 80 al grupo experimental. El grupo experimental recibió tratamiento a base de ejercicios regulares y dieta durante seis meses. Luego entonces los resultados arrojados en esta investigación indican que en el grupo control disminuyeron los niveles de lipoproteínas de alta densidad; mientras que, en el grupo experimental, se redujeron las cifras de colesterol total, los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad con un aumento del colesterol de lipoproteínas de alta densidad. Esta investigación tiene picos de similitud con respecto a los resultados encontrados, pero difiere de la muestra el grupo evaluado es de sexo femenino, y en el presente estudio no se discrimina según el sexo. Los resultados demuestran que se puede obtener una mejora de las funciones cardiorrespiratorias, musculares y la salud ósea a su vez poder reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles como: la obesidad, diabetes, dislipidemias y depresión (Arrebola et al. 2013) a través de la aplicación de un programa de ejercicios estructurado y dosificado.

En este estudio en el programa de ejercicio físico combinado sobre los marcadores bioquímicos se obtuvieron algunos cambios, dado que en las 16 semanas los resultados arrojados indican un impacto positivo sobre los marcadores bioquímicos evaluados (Tabla 4, 5). Al compararla con la investigación realizada por los autores Álvarez, Ramírez, Castro y Carrasco (2014) titulada ¿Pueden ocho semanas de ejercicio físico combinado normalizar marcadores metabólicos de sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos? En este estudio se resalta el entrenamiento HIT demostrando que la aplicación de este tipo de entrenamiento, impacta positivamente en un incremento en los marcadores bioquímicos como HDL ($p < 0,05$) en respuesta al HIT, mientras que con LDL en respuesta al HIT no muestran cambios, por lo tanto, vemos que en este caso se refleja un resultado similar en los datos arrojados en este estudio donde se encontró que con la aplicación del programa de ejercicio físico combinado donde se utilizó el Entrenamiento high intensity interval training (HIIT); para trabajo cardiovascular y el entrenamiento high intensity training (HIT) para trabajo de fuerza con la aplicación de estos tipos de entrenamiento se evidencia tras 16 semanas de aplicación un incremento positivo en el HDL y una disminución en colesterol total, triglicéridos y LDL lo que demuestra con evidencia que la aplicación combinada de estos tipos de entrenamiento logran una mejora significativa del rendimiento físico en mujeres y hombres con alteraciones metabólicas. (Álvarez et al. 2014).

Como conclusión, se puede resaltar que el ejercicio dosificado y estructurado a no menos de 16 semanas exponen desde la evidencia una efectividad positiva sobre el aumento de marcadores bioquímicos como el HDL y una disminución de triglicéridos, colesterol total, LDL, peso e IMC que son un indicador eficiente de la obesidad y el sobrepeso. Demostrando que el ejercicio de alta intensidad y a intervalos logran una disminución estadísticamente significativa tras la intervención. (Tabla 4, 5)

Agradecimientos

Se agradece a la Corporación Universitaria del Caribe CECAR – Sincelejo por la financiación al proyecto de investigación, además se agradece al grupo de personas que participaron activamente en la aplicación del programa de ejercicios.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses frente a la publicación de la investigación presentada.

Referencias

- Alarcón Hormazábal, Manuel; Delgado Floody, Pedro; Castillo Mariqueo, Lidia; Thuiller Lepelegy, Nicole; Bórquez Becerra, Pablo; Sepúlveda Mancilla, Carlos; Rebolledo Quezada, S. (2016). Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO₂ máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 33, 284-288. Recuperado a partir de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200015&nrm=iso
- Álvarez, Cristian, Rodrigo Ramírez, Carlos Henríquez, Mauricio Castro, Vanesa Carrasco, y C. M. (2014). ¿Pueden ocho semanas de ejercicio físico combinado normalizar marcadores metabólicos de sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos? *Revista médica de Chile*, 142(4).
- Aristizábal Rivera, Juan Carlos, Hilda Norha Jaramillo Londoño, y M. R. S. (2003). Pautas generales para la prescripción de la actividad física en pacientes con enfermedades cardiovasculares. *IATREIA*, 16(3), 240-253.
- Calero, Santiago, Iveth Maldonado, Angie Fernandez, Rodriguez, Angel, y N. O. (2016). Actividades Físico-Recreativas Para Disminuir La Obesidad en Mujeres entre los 35-50 Años de Edad. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 35(4).
- Delgado Floody, Pedro, y otros. (2015). Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatos a cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5).
- Duperly, John, y F. L. (2015). *Prescripción del ejercicio*. (LID, Ed.). Bogot.
- Manzini, Jorge Luis. (2000). Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta bioethica*, 6(2), 321-334. <https://dx.doi.org/10.4067/>

S1726-569X2000000200010

- Jimenez, Anna, y otros. (2013). Resultados de un programa de ejercicio físico combinado con electroestimulación neuromuscular en pacientes en hemodiálisis. *Enfermería Nefrológica*, 16(3).
- Katch, Victor, William Mcardle, y F. K. (2015). *Fisiología del Ejercicio Fundamentos*. Medica Panamericana S.A., (Cuarta). Madrid.
- Mantilla, Mirary, Miguel Urina, Yaneth Herazo, y D. U. (2017). Efectos de un Programa de Ejercicio Físico de 12 Semanas en Sujetos con Revascularización Coronaria o Postangioplastia Transluminal Percutánea. *Revista colombiana de cardiología*, 169-175.
- Meseguer, Marcos, y otros. (2017). Influencia de un programa de ejercicio físico terapéutico sobre el consumo máximo de oxígeno en adultos con factores de riesgo cardiovascular. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*.
- Molina, Catalina, Gabriela Cifuentes, Cristian Martínez, Rodrigo Mancilla, y E. D. (2016). Disminución de la grasa corporal mediante ejercicio físico intermitente de alta intensidad y consejería nutricional en sujetos con sobrepeso u obesidad. *Revista Médica de Chile*, 1254-1259.
- Perez, A. (1999) Juegos estacionarios de piso y pared. *Kinesis*, 19-23.
- Prieto, Jose, Miguel Del Valle, Paloma Nistal, David Mendez, Cristian Gomez, y R. B. (2015). Repercusión del Ejercicio Físico en la Composición Corporal y la Capacidad Aeróbica de Adultos Mayores con Obesidad Mediante Tres Modelos de Intervención. *Nutrición Hospitalaria*.
- Ratamess, N. (2015). *Manual ACSM de entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. (Paidotribo, Ed.) (Primera). Barcelona.
- Rojano, D; Vargas, G. . (2014). Efectos de una Dieta Hipocalórica y de un Programa de Ejercicio Físico de Corta Duración en el Perfil Lipídico y en la Composición Corporal de Mujeres Menopáusicas con Sobrepeso. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 94-100.
- Rubio, Francisco, Luis Franco, Daiana Ibarretxe, Maria Oyon, y P. U. (2017). Efecto de un Programa de Ejercicio Físico Individualizado Sobre el Perfil Lipídico en Pacientes Sedentarios con Factores de Riesgo Cardiovascular. *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis*, 201-208.
- Saeta, Sara Fayad, Roberto Escalona Labaceno, y G. F. T. (2005). El ejercicio físico en el tratamiento del enfermo con insuficiencia renal crónica (IRC). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 1-2.
- Soca, Pedro, Walter Cruz Torres, Jorge González Ferrer, Xiomara Cardona Cáceres, Leonor Amanda Cruz Lage, y M. H. T. (2009). Efectos beneficiosos de cambios en la dieta y ejercicios físicos en mujeres obesas con síndrome metabólico. *Panorama Cuba y Salud*, 29-36.

- Torres Luque, Gema, Miguel García-Martos, Carmen Villaverde Gutiérrez, y N. G. V. (2010). Papel del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la obesidad en adultos». *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física.*» *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 47-51.
- Vidarte Claros, José Armando, Consuelo Vélez Álvarez, y J. I. A. A. (2015). Niveles de sedentarismo en población entre 18 y 60 años: Sincelejo (Colombia). *Salud Uninorte*, 70-77.
- Weston , Kassia S, Ulrik Wisløff, y J. S. C. (2013). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 1227–1234.



Análisis de la composición corporal de funcionarios administrativos y docentes de la Corporación Universitaria del Caribe - Sede Principal Sincelejo

CAPÍTULO IV



Leonardo Fabio Castilla Martínez*



Aura María Orozco Rodríguez**

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la composición corporal por índice de masa corporal IMC de 150 administrativos y docentes de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, sede Sincelejo. La institución educativa cuenta con una población de 515 trabajadores adultos jóvenes, la muestra fue tomada intencionalmente por las características ocupacionales. El tipo de estudio fue cuantitativo no experimental, al desarrollar un proceso descriptivo -comparativo de cohorte transversal. Resultados: Se determinó que el grupo masculino presenta prevalencia de 46,8 % de sobrepeso y un 19,5 % de obesidad, mientras que solo el 32,6 % de los hombres presenta normo peso. En cuanto a las mujeres se observa prevalencia de 48,2 % de normo peso y una prevalencia de 28,4 % de sobrepeso, así como 17,7 % de obesidad. Destacando que la prevalectía de infra peso es mayor en el sexo femenino (5,7 %) respecto del masculino (1,1 %). No obstante, al dividir la función laboral para cada sexo se observa que en los hombres se mantiene una elevada prevalencia de sobrepeso, independientemente de la función (administrativo o docente), sin embargo, el grupo administrativo presenta menor prevalencia de obesidad con 16,0 % respecto del grupo docente con 27 %. En el caso del grupo femenino se puede observar que la mayoría de mujeres que laboran en el área administrativa presentan tendencia al normo peso (54,2 %), respecto de las docentes (29,4 %); por lo tanto, las docentes registran mayor prevalencia de obesidad con 44,1 % ante un 23,4 % de las administrativas; al realizar la revisión de la obesidad el grupo de mujeres administrativas supera con 18,7 % a las docentes con 14,7 %; finalmente se evidencia en el grupo de administrativas una prevalencia de 3,7 % de infra peso, respecto de las docentes con 11,8 %.

Palabras clave

composición corporal, índice de masa corporal, sobrepeso, obesidad

*Docente tiempo completo de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, Coordinador de Laboratorio de evaluación del Rendimiento Morfofuncional (LeRM), Programa Ciencias del Deporte y la Actividad Física. Mg. En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Especialista en Ciencias Aplicadas al Entrenamiento Deportivo. Profesional en Ciencias del Deporte y la Actividad Física. leonardo.castillam@cecar.edu.co

**Docente tiempo completo de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Coordinadora de Área Programa Ciencias del Deporte y la Actividad Física. Candidata a Mg. En Deporte, Especialista en Entrenamiento infanto-juvenil de Fútbol, Administradora deportiva. aura.orocho@cecar.edu.co

Abstract

The objective of this paper was to analyze the body composition by body mass index IMC of 150 administrative and teaching staff of the Caribbean University Corporation - CECAR, Sincelejo headquarters. With a population of 515 young adult workers, the sample was intentionally taken for occupational characteristics. The type of study was non-experimental quantitative, developing a process of describing comparative cross-sectional cohort. Results: It was determined that the male group presents a prevalence of 46,8 % overweight and 19,5 % obesity, while only 32,6 % of men present normal weight. In terms of women, a prevalence of 48,2 % of normal weight and a prevalence of 28,4 % of overweight, as well as 17,7 % of obesity was observed. Emphasizing that the prevalence of underweight is higher in the female sex (5,7 %) than in the male sex (1,1 %). However, when dividing the work function for each sex, it is observed that men maintain a high prevalence of overweight, regardless of the function (administrative or teaching); however, the administrative group presents a lower prevalence of obesity with 16,0 % compared to the teaching group with 27 %. In the case of the female group, it can be observed that the majority of women who work in the administrative area have a tendency towards normal weight (54,2 %), compared to teachers (29,4 %); therefore, teachers register a higher prevalence of obesity with 44,1 % compared to 23,4 % of administrative teachers; when conducting the obesity review, the group of administrative women surpasses with 18,7 % the group of administrative women with 14,7 %; finally, the administrative group shows a prevalence of 3,7 % of underweight compared to teachers with 11,8 %.

Keywords

body composition, body mass index, overweight, obesity

Cita sugerida

Castilla, L., & Orozco, A. (2019). Análisis de la composición corporal de funcionarios: administrativos y docentes de la Corporación Universitaria del Caribe - Sede Principal Sincelejo. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 71-89). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



El diagnóstico de la composición corporal por índice de masa corporal (IMC) en funcionarios universitarios permite la caracterización específica de la población afectada con sobrepeso y obesidad. A partir de esta información se pueden identificar los factores de riesgos asociados a las enfermedades metabólicas y/o cardiovasculares. De esta manera se puede establecer un punto de partida para concientizar a funcionarios y empleadores, sobre la necesidad de establecer estrategias que promuevan los hábitos y estilos de vida saludables para combatir el surgimiento de posibles enfermedades. Propiciando así, futuras investigaciones relacionadas con la metodología promotora que soporten y justifiquen la inversión en el cuidado del bienestar de los trabajadores.

En este mismo sentido, un reporte realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2008, destacó que, las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) se han convertido en una problemática mundial debido a que se constituyen como la principal causa de mortalidad ya que representan al 71 % de las defunciones registradas por las entidades de salud. Según la (OMS) cada año se reportan con ECNT a (15) millones de sujetos que mueren entre 30 y 69 años de edad; es decir que más de un 85 % de los decesos son prematuros, teniendo una mayor repercusión en los países del tercer mundo. En este sentido las enfermedades cardiovasculares constituyen el mayor porcentaje de las defunciones por ECNT (17,9 millones cada año), seguidas por cáncer con (9,0 millones), enfermedades respiratorias (3,9 millones) y la diabetes (1,6 millones). Cabe resaltar que la aparición de alguna de estas cuatro (4) afecciones puede llegar a tener consecuencias severas e irreversibles. Por tal razón es necesario alertar sobre los efectos adversos que tiene el llevar un estilo de vida rutinario, una alimentación inadecuada, así como también el consumo de tabaco y las bebidas alcohólicas. La detección a tiempo, el diagnóstico y el tratamiento oportuno, igual que los cuidados correctivos son mecanismos fundamentales de la respuesta a las ECNT. (O.M.S. 2018). Anteriormente, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) había determinado que, si no se tomaban las medidas necesarias, para el año 2000 el número de muertes de origen circulatorio afectaría a un número considerable de la población en América, representando el 50 % de los fallecimientos por ECNT. De igual manera advierte que para el año 2020 el 50 % de los fallecimientos serán causados por enfermedades cardiovasculares, no obstante, la proporción aumentaría a partir del el año 2010 (Giraldo-Trujillo, Martínez, & Granada-Echeverry, 2011).

Para el año 2012 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reporta que en América el 75 % de la población muere por causa de las ECNT, representando un alto riesgo para las personas entre los 18 y 65 años de edad. Lo que lleva a pensar que los entornos laborales pueden influir en el desarrollo de las ECNT. Con la globalización y el afán de alcanzar la productividad en los últimos años se ha demostrado que los puestos de trabajos vienen exigiendo cada vez más esfuerzo mental que físico. Según la Organización Internacional del

Trabajo (OIT) la población activa del sector de servicios, representa el 48,8 % de la población mundial trabajadora. Es decir, que alrededor de la mitad de las personas que trabajan, realizan actividades rutinarias dentro y fuera del horario laboral, lo que conlleva un estilo de vida cada vez menos saludable. Esta situación se ve reflejada en el aumento de la composición corporal, en la aparición de numerosas enfermedades generadas por la inactividad física, malos hábitos alimenticios, falta de descanso reparador y estrés por la carga laboral mal manejada. (Organización Panamericana de la Salud, 2012). Aunque en el mundo algunos países han logrado reducir los horarios laborales, se tiene que en el año 2018 la OIT reportó un promedio de 39 horas trabajadas a la semana. En Colombia el 57,2 % de la fuerza de trabajo, labora 35 a 48 horas semanales, el 27,5 % más de 48 horas y el 15,4 % menos de 35 horas. Es evidente que pasar demasiado tiempo en el lugar de trabajo puede llegar a producir efectos nocivos para la salud, la falta de tiempo para realizar actividad física y la dificultad para acceder a una alimentación saludable representan una amenaza latente para la población trabajadora. Por tal razón la responsabilidad de gozar de buena salud deja de ser individual. Si bien, hay un compromiso por parte del gobierno y la empresa privada, las políticas deben ser más eficaces para prevenir la aparición de ECNT.

Corroborando con los estudios realizados a nivel mundial y regional, algunas empresas empiezan a preocuparse por el deterioro de la salud de sus funcionarios, situación que se refleja en el ausentismo laboral a través de solicitudes de permisos por incapacidades; es por ello que las universidades como empresas generadoras del insumo científico, deberían liderar la búsqueda de estrategias que favorezcan la mejora del bienestar de sus funcionarios. Por ejemplo, en Colombia, Aguilar, Zapata, Giraldo, Tejada, & Vidales (2008) desarrollaron una investigación en una institución de educación superior en Medellín, para identificar los niveles de actividad física, depresión y riesgos cardiovasculares asociados a los trabajadores. Los resultados arrojaron un alto riesgo cardiovascular procedente de las grasas en sangre y el sedentarismo, ya que el 31,4 % de la población presentó un riesgo medio, moderado y alto de padecer accidentes cerebrovasculares en los próximos 10 años.

De igual manera, Jurado, Uribe, Montoya, Otálvaro, & Quintana, (2012) mediante un estudio fenomenológico, detectaron que los docentes universitarios no relacionan el término “factor de riesgo cardiovascular” (FRCV) a pesar de presentar uno o varios factores de riesgo. Llama la atención que a pesar de tener conciencia sobre el término “estilo de vida saludable” se evidencia que no hay disposición para transformar conductas para prevenir ECNT. Esto se debe quizá a la falta de información sobre los posibles riesgos asociados

Otro estudio elaborado por Barrera, Cerón, & Ariza, (2000) en Neiva, comprobó que la mayor parte de la trabajadores universitarios identificaban los FRCV y presentaba factores de riesgo no modificables como edad, sexo y antecedentes familiares, y modificables como sobrepeso, sedentarismo, estrés y niveles altos de colesterol. En este estudio no se calculó el riesgo cardiovascular en los docentes y administrativos evaluados. Entre los aportes científicos

realizado en las universidades colombianas, tuvo como propósito determinar el nivel de riesgo cardiovascular de una población de funcionarios de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), comparando los resultados al aplicar dos funciones de riesgo derivadas del algoritmo de Framingham, la ecuación Framingham Grundy y la Framingham Wilson, y correlacionar los resultados con el nivel de actividad física (Giraldo-Trujillo et al., 2011).

Por otra parte, al considerar el aumento significativo del ausentismo laboral reflejado en los permisos por incapacidad en la población productiva, podría ser una causa del origen en la tensión de las relaciones laborales, principalmente por parte del empleador. Del mismo modo, las entidades de salud encargadas presentan un aumento considerable del presupuesto destinado a la atención de ECNT. La evidencia científica indica que una alimentación poco saludable, baja ejecución de actividad física y bajos niveles de motivación para conseguir los objetivos de estabilidad en la salud del organismo, se convierten en una amenaza para hombres y mujeres de cualquier edad. (Tavera, 2017).

Según la OMS la obesidad es la enfermedad crónica no transmisible más frecuente en los últimos años, siendo el sobrepeso su antecesor. En un reporte de marzo de 2011 la define como una “acumulación anormal de grasa corporal que puede ser perjudicial para la salud, existen a nivel global más de 1.000 millones de adultos con sobrepeso y según esta fuente en el 2015 la cifra alcanzaba los 3.000 millones. Esta enfermedad de origen metabólico se ha asociado con un alto riesgo de sufrir enfermedades crónicas como HTA, insuficiencia cardiaca, diabetes mellitus tipo 2 etc. Siendo impredecible calcular los costos de la sociedad y las quebrantos del bienestar psicosocial causando estrés y depresión.(Monterrosa & Pereira 2017).

Un estudio de Rios, Samudio, Paredes, & Vio, (2017) evaluó el efecto de una intervención educativa nutricional en el entorno laboral, donde participaron 44 mujeres y 46 hombres, con una edad promedio $29,3 \pm 54$ años. Durante el proceso se analizaron; hábitos alimentarios, nivel de actividad física, mediciones antropométricas y la historia clínica de los trabajadores. Las metodologías empleadas demostraron ser eficientes y eficaces, ya que se evidenciaron cambios favorables, demostrando una reducción significativa en el IMC y la circunferencia cintura cadera, además los niveles de actividad física moderada y alta aumentaron del 43,4 % al 59 %. Es evidente que el lugar de trabajo se convierte en un escenario ideal para combatir las enfermedades crónicas no transmisibles. Por otra parte, el recurso humano a diferencia del recurso económico y material, es el más importante para una empresa ya que son los trabajadores los que hacen posible el cumplimiento de metas y objetivos. Una empresa es una organización social en la que se construyen relaciones, se comparten creencias, valores, intereses y percepciones que se encuentran relacionados con factores psicológicos, emocionales, sociales y conductuales que tienen influencia directa o indirectamente en los procesos de bienestar y calidad de vida laboral (Gómez, Isaza, Gutiérrez, & Quintero, 2016) Por tal razón, es necesario que los empleadores asuman el compromiso de velar por el cuidado de la salud y bienestar de los trabajadores, apoyando como organismo multisectorial las

políticas mundiales y siguiendo las recomendaciones, sugerencias y estrategias de promoción y prevención aconsejados por los organismos expertos en el tema.

La Corporación Universitaria del Caribe CECAR cuenta con un programa académico de Ciencias del Deporte y la Actividad Física, que tiene la capacidad para investigar los factores de riesgo asociados a las enfermedades crónicas no transmisibles en la comunidad académica a sujetos entrenados y no entrenados apoyado en un Laboratorio de la evaluación del Rendimiento Morfofuncional (LeRM) y la unidad de salud universitaria; que cuenta con los instrumentos y el recurso humano capacitado para apoyar dicha causa y potenciar los programas de actividad física institucionales que contrarresten las necesidades de la población de funcionarios de la universidad. Asimismo, aportar conocimiento sobre posibles acciones e intervenciones futuras que apoyen la transformación del entorno saludable, a través de en estrategias pilotos que forjen políticas y programas permanentes institucionales de gran impacto social. O en su defecto que fortalezcan programas pilotos institucionales como CECAR FITNESS, un programa institucional que empieza a tomar fuerza en la universidad, propuesta líder para otras Instituciones de Educación Superior (IES) Contribuyendo a la responsabilidad social y desarrollo sostenible del departamento de Sucre y la región Caribe Colombiana.

En el presente estudio se muestra un análisis del comportamiento de la composición corporal de los funcionarios: administrativos y docentes que laboran en la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, sede Sincelejo en el Departamento de Sucre Colombia, durante los periodos laborados entre el año 2018-1 y 2019-1; en la cual se expresan diferencias significativas entre la media y zona de confianza en el IMC de acuerdo al género y la categoría laboral determinados por la composición corporal de la población estudiada.

Además, se describe la conducta sedentaria de más del 90 % los funcionarios Cecarences, reflejada en el aumento significativo del IMC reflejado en el sobrepeso y obesidad. Y la aparición de primeros reportes de ECNT, es esta primera parte del estudio. Donde primará la búsqueda de acciones que nos conduzcan a reducir los riesgos propios de una composición corporal mayor de 25 kg/m² por IMC y mayores del 20 % en hombres y 30 % en mujeres por porcentaje grasa por antropometría; en este caso relacionado con la actividad física que es un medio de intervenciones.

Adicionalmente, se realiza esta investigación con el objetivo de implementar un programa permanente de actividad física sistemático, como uno de los pilares fundamentales para tratar el sedentarismo, convirtiéndose en una herramienta estratégica el tema de la prevención primaria y secundaria en el control del tratamiento de las mismas, que coadyuve la mejora de la calidad de vida de la población estudiada. Adicionalmente, se contrarrestará el deterioro progresivo funcional y la prevención futura en caso de posible discapacidad. Dentro de este contexto, el estudio proporcionará las bases científicas futuras para el diseño de programas de actividad física terapéuticos que se convierten en una herramienta natural eficaz y segura,

a favor de la mejora de la composición corporal en adultos jóvenes. Con un programa de actividad física sistemático adaptado que pretende dar parte a solución a la problemática.

Materiales y métodos

En este estudio se empleó el protocolo de evaluación del IMC Peso/Talla². Se evaluó el peso (kg) y la talla (m), el índice de masa corporal se calculó utilizando la fórmula (IMC = peso/talla², kg/m²). Para la valoración del peso se utilizó la balanza de control corporal marca Omron HBF-514C la toma se realizó en las primeras horas del día, con ropa deportiva ligera. La talla se determinó con el sujeto descalzo, se utilizó un tallímetro genérico. Los datos se registraron de manera manual y se sistematizaron en hoja de cálculo Excel, se utilizó computador portátil marca Lenovo modelo 2017. Las mediciones fueron efectuadas por un profesional de la salud que atendió protocolos estandarizados. El IMC se interpretó utilizando la clasificación de sobrepeso y obesidad establecida por la OMS. Para la caracterización de la muestra evaluada se utilizaron valores de referencia según la tabla 1, en adultos jóvenes ≥ 18 años.

Tabla 1. Clasificación de IMC según la OMS

IMC	Categoría
Infrapeso	<18,5
Normopeso	18,5 - 24,9
Sobrepeso	25,0 - 29,9
Obesidad grado I	30,0 - 34,5
Obesidad grado II	35,0 - 39,9
Obesidad grado III	>40,0

Tipo de estudio

El proceso metodológico se basó en un estudio de tipo cuantitativo no experimental, al desarrollar un proceso descriptivo-comparativo de cohorte transversal, que se propuso describir el comportamiento de la composición corporal por IMC de funcionarios: administrativos y docentes de ambos sexos.

Población y muestra

La muestra fue de 150 funcionarios: administrativos y docentes de sexo femenino y masculino. Tomados voluntariamente de una población de 515 funcionarios de la Corporación Universitaria del Caribe Cekar de la Ciudad de Sincelejo Sucre Colombia.

Resultados

En el presente estudio se hizo un análisis del IMC de los trabajadores que prestan sus servicios en la universidad de educación superior - CECAR, sede Sincelejo en el Departamento de Sucre en el año 2018; encontrándose diferencias significativas entre la media y zona de confianza al 95 % para el IMC de acuerdo al género y la categoría laboral. Los docentes del género masculino se encuentran con más de 30 % del IMC por encima y en comparación con los administrativos con más del 25 % del IMC. En caso contrario sucede con la categoría del género femenino, que también se encontraron por encima del 25 % de IMC, pero en este caso son las administrativas las que mostraron el aumento por encima de las docentes universitarias.

También se determinó que el grupo masculino presenta prevalencia de 46,8 % de sobrepeso y un 19,5 % de obesidad, entre ellos solo el 32,6 % de los hombres presenta normo peso. Mientras que las mujeres se observa prevalencia de 48,2 % de normo peso y una prevalencia de 28,4 % de sobrepeso, así como 17,7 % de obesidad. Destacando que la prevalencia de infra peso es mayor en el sexo femenino (5,7 %) respecto del masculino (1,1%). No obstante, al dividir la función laboral para cada sexo, se observa que en los hombres se mantiene una elevada prevalencia de sobrepeso, independientemente de la función (administrativo o docente), sin embargo, el grupo administrativo presenta menor prevalencia de obesidad con 16,0 % respecto del grupo docente con 27 %. En el caso del grupo femenino se puede observar que la mayoría de mujeres que laboran en el área administrativa presentan tendencia al normo peso (54,2 %), respecto de las docentes (29,4 %); por lo tanto, las docentes registran mayor prevalencia de obesidad con 44,1 % ante un 23,4% de las administrativas; al realizar la revisión de la obesidad el grupo de mujeres administrativas supera con 18,7 % a las docentes con 14,7 %; finalmente se evidencia en el grupo de administrativas una prevalencia de 3,7 % de infra peso, respecto de las docentes con 11,8 %.

Estos datos reflejan los conocimientos que poseen los participantes de este estudio relacionados con los hábitos y estilos de vida saludables, y la falta de compromiso para con su salud de los mismos. Además, los programas de promoción y prevención de enfermedades no transmisibles de la población de funcionario de educación superior, donde se cree que la información pertinente estaría en este nivel educativo independientemente de sus funciones

delegadas. La composición corporal se relaciona directamente con los niveles de salud que tienen los funcionarios estudiados.

Análisis exploratorio

Tabla 2. Prueba de Normalidad K-S para las variables básicas y el IMC según sexo del personal de la CECAR

Sexo	Función laboral	Variables	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov ^a	
				q1	Sig.
Masculino	Administrativos	Peso (kg)	0,087	131	0,016
		Estatura (cm)	0,089	131	0,013
		IMC	0,063	131	,200*
	Docentes	Peso (kg)	0,119	59	0,036
		Estatura (cm)	0,121	59	0,032
		IMC	0,090	59	,200*
Femenino	Administrativos	Peso (kg)	0,124	107	0,000
		Estatura (cm)	0,078	107	0,117
		IMC	0,130	107	0,000
	Docentes	Peso (kg)	0,094	34	,200*
		Estatura (cm)	0,125	34	0,196
		IMC	0,136	34	0,111

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors.

En la tabla 2 de acuerdo al estadístico K-S y su nivel de significancia hay evidencia estadística para retener la hipótesis nula (H_0) de normalidad de los datos para el IMC de administrativos y docentes masculinos, así como para las docentes femeninas, también para la estatura de las administrativas y docentes femeninas, y el peso en docentes femeninas; mientras se rechaza la H_0 para el IMC de las administrativas femeninas, para el peso y estatura de todo el grupo masculino independiente de su función y para el peso de las administrativas femeninas.

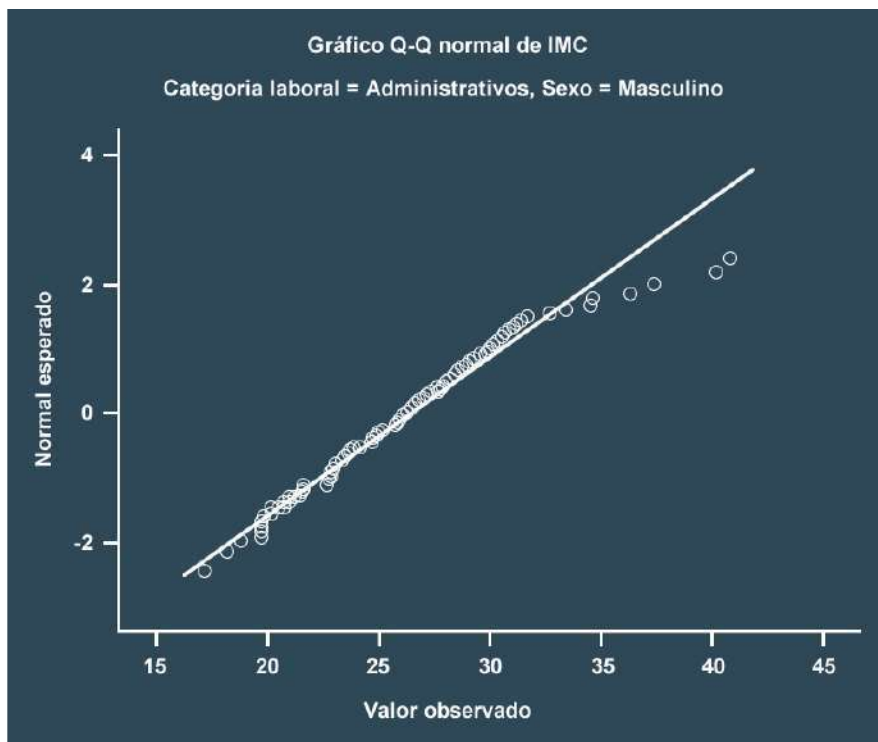


Figura 1. Q-Q normal de IMC

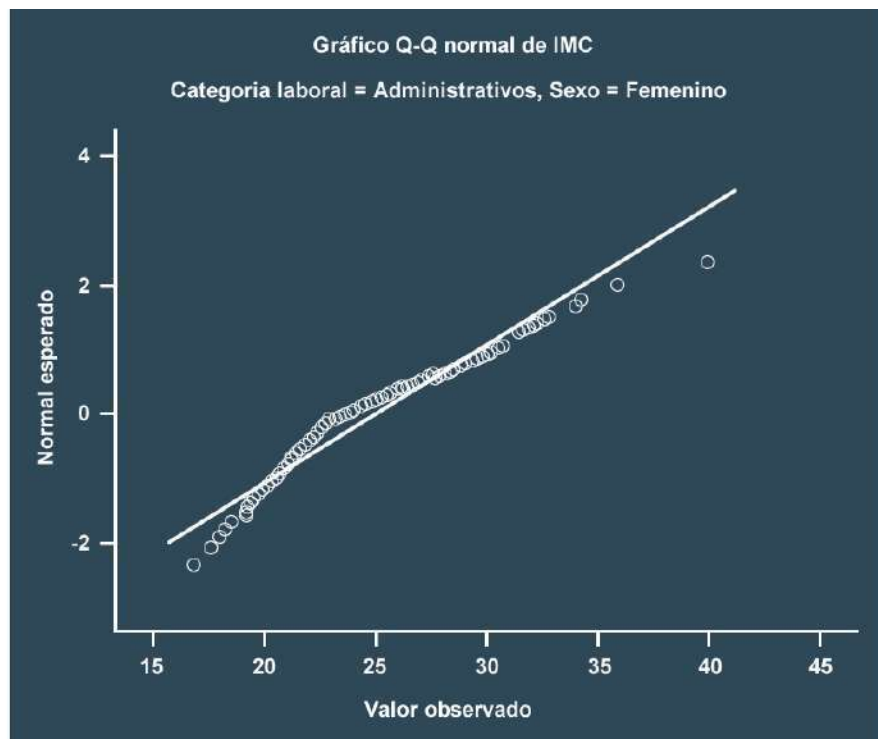


Figura 2. Q-Q normal de IMC

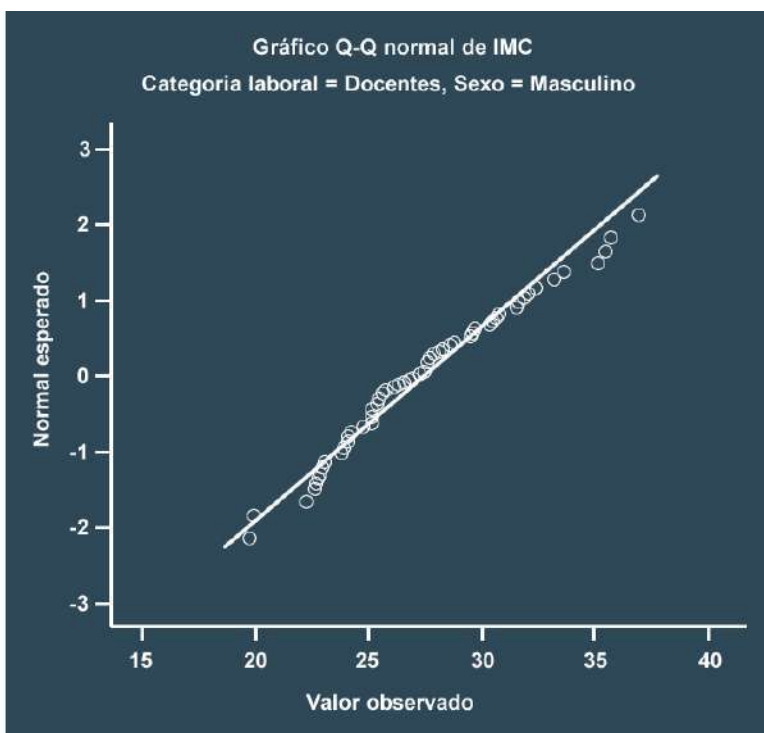


Figura 3. Q-Q normal de IMC

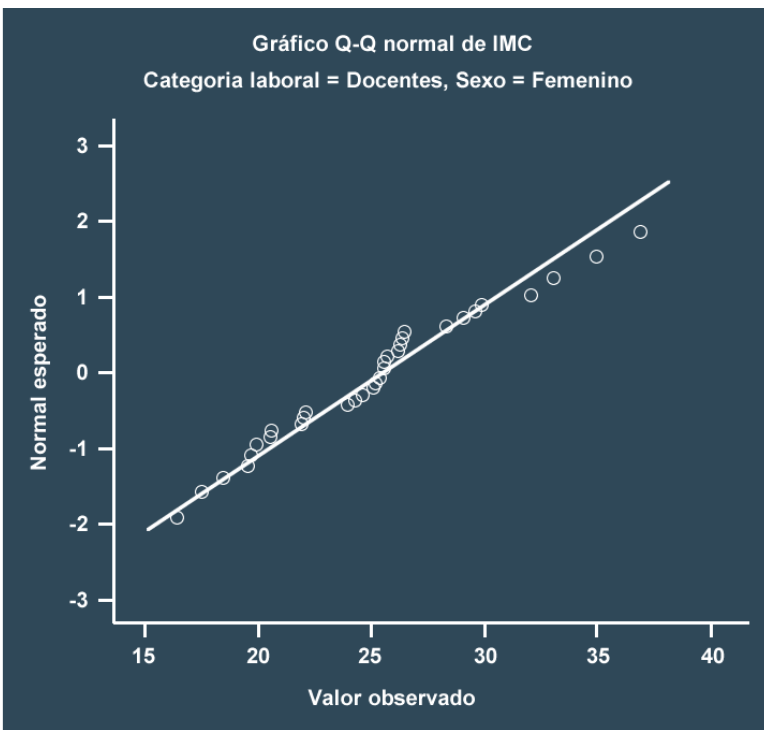


Figura 4. Q-Q normal de IMC

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se representan los cuartiles empíricos obtenidos en los datos de la muestra frente al cuartil correspondiente para la distribución Normal. En los casos del grupo masculino docentes y administrativos, así como en el grupo de docente femenino la mayoría de casos se ajusta a la recta, por lo tanto, se confirma la probabilidad de procedencia de distribución normal para los datos, mientras que en el grupo femenino de administrativas un número importante de casos se separa de la recta indicando una distribución no normal.

Ante la evidencia del estadístico K-S; del gráfico Q-Q se procede en adelante a aplicar pruebas paramétricas para el tratamiento de comparación de medias del IMC considerando la normalidad de distribución en los datos del grupo masculino y de las docentes femenino, así como la n grande del grupo administrativo femenino.

Análisis descriptivo

En la tabla 3 se observa como los grupos administrativos y docentes del sexo masculino presentan valores superiores para el IMC respecto de los grupos del sexo femenino. Se evidencia además que los datos de los grupos de sexo masculino presentan mayor homogeneidad que los femeninos, de acuerdo a la desviación estándar. Al realizar la comparación de medias del IMC entre las funciones desempeñadas, internamente entre cada sexo, no se halló evidencia de diferencias ($p > 0,05$) rechazando la hipótesis nula de igualdad. En la figura x se corrobora lo mencionado anteriormente, ya que la media del IMC de cada grupo se ubica dentro de la zona de confianza al 50 %.

Tabla 3. Comparación de medias para el IMC entre función laboral (Administrativos vs. Docentes) para cada género

Prueba t para la igualdad de medias					
Sexo	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
Masculino	0,091	-1,070	0,630	-2,314	0,174
Femenino	0,735	-0,317	0,936	-2,168	1,534

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para las variables básicas y el IMC según sexo y categoría laboral

Sexo	Función laboral	Variabes	Válido	N perdidos	Media	Mediana	Desviación standar	Mínimo	Máximo
Masculino	Administrativos	Peso (kg)	131	0	78,4	77,0	14,6	44,0	136,0
		Estatura (cm)	131	0	1,7	1,7	0,1	1,5	1,9
		IMC	131	0	26,4	26,3	4,1	17,2	40,8
	Docentes	Peso (kg)	59	0	81,9	82,0	13,1	58,0	115,0
		Estatura (cm)	59	0	1,7	1,7	0,1	1,6	1,9
		IMC	59	0	27,5	27,0	3,9	19,7	36,9
Femenino	Administrativos	Peso (kg)	107	0	64,1	61,0	12,7	40,0	109,0
		Estatura (cm)	107	0	1,6	1,6	0,1	1,5	1,8
		IMC	107	0	25,0	23,9	4,7	16,9	40,0
	Docentes	Peso (kg)	34	0	66,1	65,0	14,5	45,0	98,0
		Estatura (cm)	34	0	1,6	1,6	0,1	1,5	1,8
		IMC	34	0	25,3	25,5	5,0	16,4	36,9

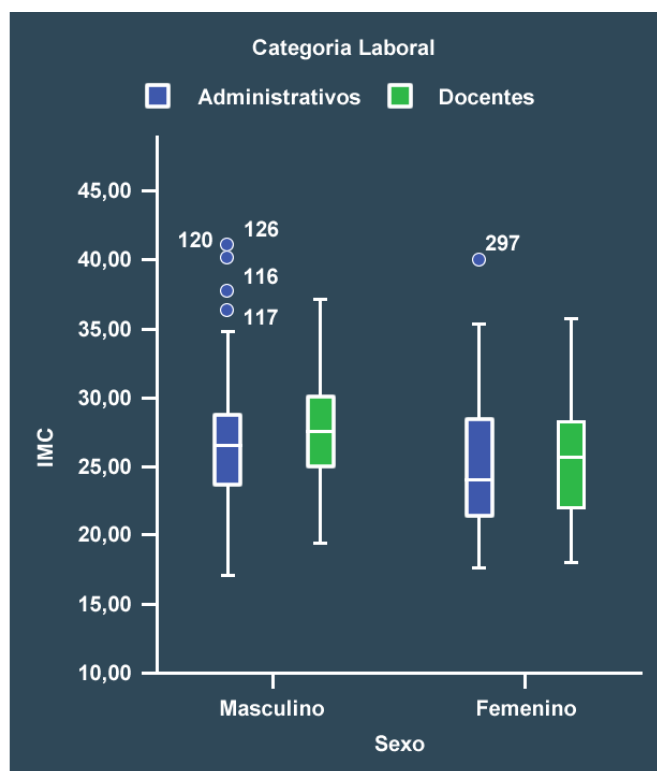


Figura 5. Media y zona de confianza al 95 % para el IMC de acuerdo al sexo y la categoría laboral

En la figura 5 se observa la distribución porcentual de las categorías del IMC según el sexo, donde se destaca que el grupo masculino presenta una prevalencia de 46,8 % de sobrepeso y un 19,5 % de obesidad, mientras que solo el 32,6 % de los hombres presenta peso normal. En cuanto a las mujeres se observa una prevalencia de 48,2 % de normo peso, y una prevalencia de 28,4 % de sobrepeso, así como 17,7 % de obesidad. Destacando que la prevalencia de infra peso es mayor en el sexo femenino (5,7 %) respecto del masculino (1,1 %).

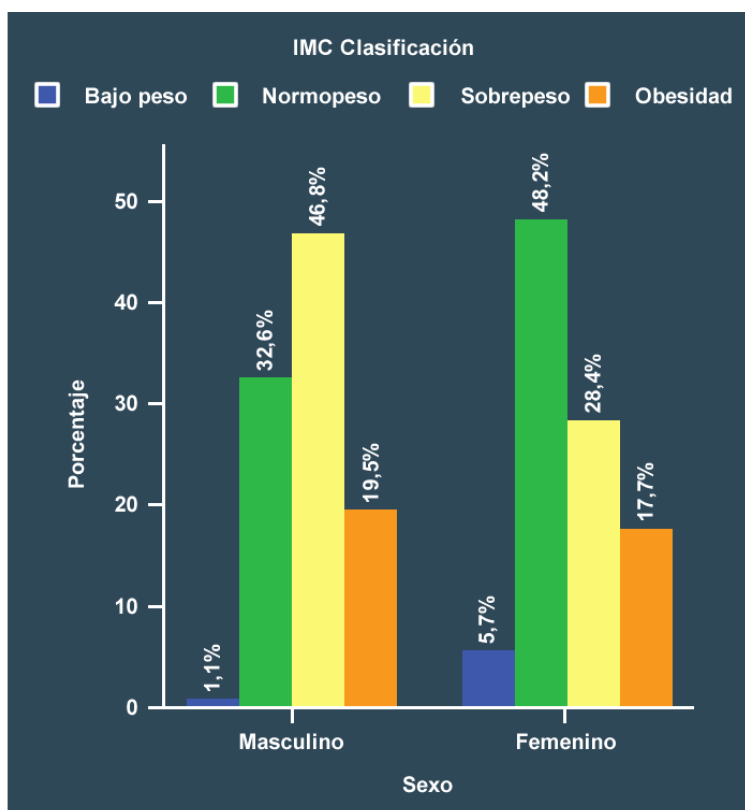


Figura 5. Frecuencia porcentual de la clasificación del IMC según el sexo

En la figura 6 al dividir la función laboral para cada sexo, se observa que en los hombres se mantiene una elevada prevalencia de sobrepeso, independientemente de la función (administrativo o docente), sin embargo, el grupo administrativo presenta menor prevalencia de obesidad con 16,0 % respecto del grupo docente con 27 %. En el caso del grupo femenino se puede observar que la mayoría de mujeres que laboran en el área administrativa presentan tendencia al normo peso (54,2 %), respecto de las docentes (29,4 %); por lo tanto, las docentes registran mayor prevalencia de obesidad con 44,1% ante un 23,4 % de las administrativas; al realizar la revisión de la obesidad el grupo de mujeres administrativas supera con 18,7 % a las docentes con 14,7 %; finalmente se evidencia en el grupo de administrativas una prevalencia de 3,7 % de infra peso, respecto de las docentes con 11,8 %.

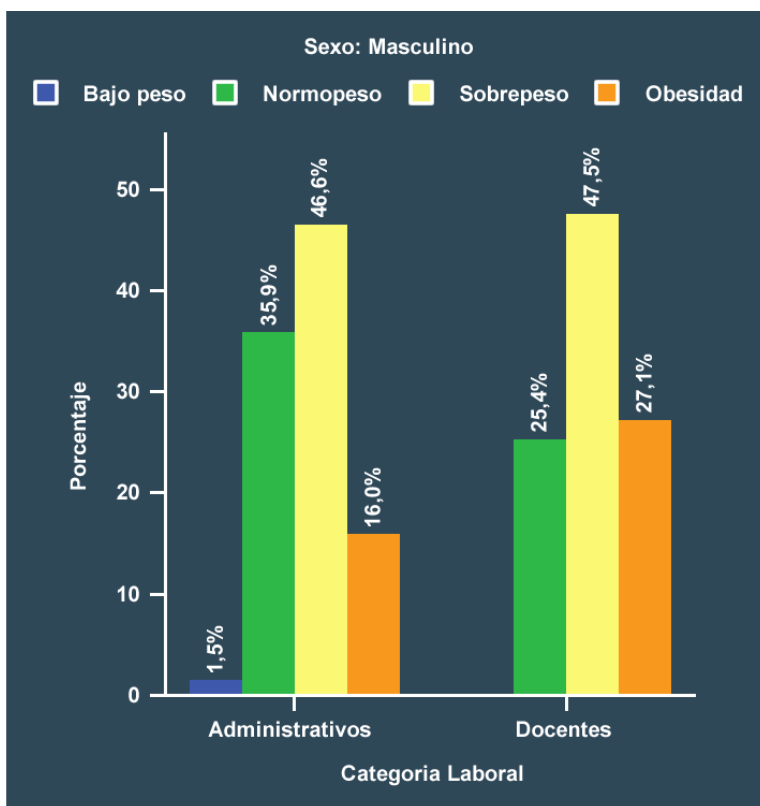


Figura 7. Frecuencia porcentual de la clasificación del IMC del sexo masculino según categoría laboral

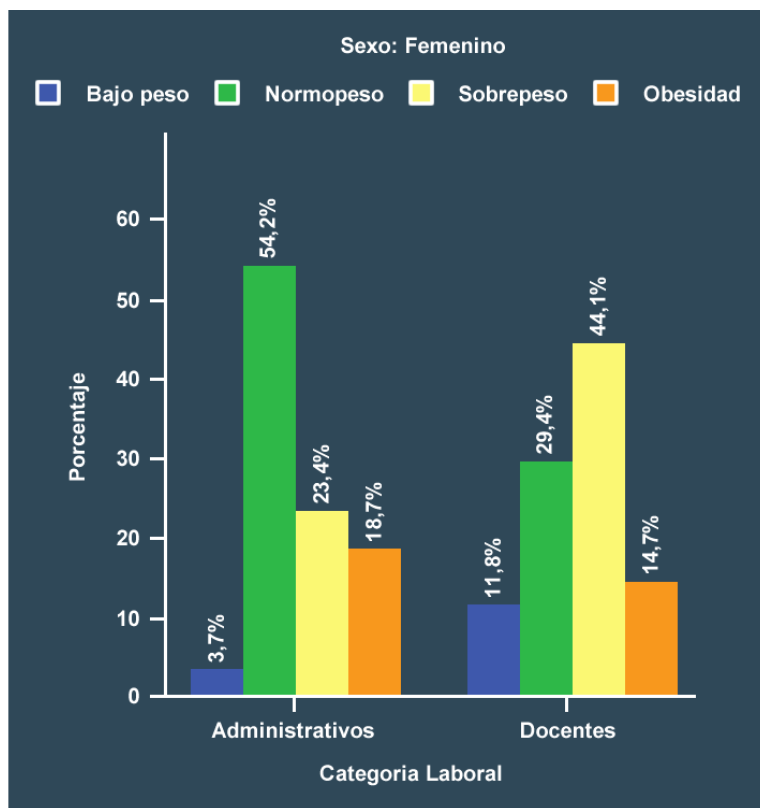


Figura 8. Frecuencia porcentual de la clasificación del IMC del sexo femenino según categoría laboral

En las figuras 7 y 8 se representa la frecuencia porcentual de la clasificación del IMC del sexo masculino y femenino según categoría laboral, donde se observa en los hombres se sigue manteniendo una elevada prevalencia de sobrepeso, independientemente de la función, de igual forma, el grupo administrativo presenta similitud en la prevalencia de obesidad con 46,6 % respecto del grupo docente con 47.5 %. A diferencia del grupo femenino se pudo establecer que la mayoría de mujeres que trabajan en el área administrativa presentan tendencia al normo peso, siendo las docentes las que más índice de masa corporal presentan.

Discusión

En esta investigación se analizó el índice de masa corporal de funcionarios; administrativos y docentes la institución de educación superior CECAR, siendo estas dos funciones distintas en la población estudiada, sin embargo presentan similitud en las funciones y horario de trabajo. Se determinó que el grupo masculino presenta prevalencia del 46,8 % de sobrepeso y un 19,5 % de obesidad, y que solo el 32,6 % de ese grupo presentó normo peso. Mientras que en las mujeres se observó prevalencia del 48,2 % de normo peso y una prevalencia de 28,4 % en sobrepeso, así como un 17,7 % de obesidad. Destacando que la prevalencia de infra peso es mayor en el sexo femenino (5,7 %) respecto del masculino (1,1 %). No obstante, al dividir la función laboral para cada sexo, se observó que en los hombres se mantiene una elevada prevalencia de sobrepeso, independientemente de la función realizada (administrativo o docente), sin embargo, el grupo administrativo presentó menor prevalencia de obesidad con 16,0 % respecto del grupo docente con 27 %. En el caso del grupo femenino se observó que la mayoría de mujeres que laboran en el área administrativa presenta tendencia al normo peso (54,2 %), respecto de las docentes (29,4 %); por lo tanto, las docentes registraron mayor prevalencia de obesidad de un 44,1 % ante un 23,4 % que las administrativas; al realizar la revisión de la obesidad el grupo de mujeres administrativas supera con 18,7 % a las docentes con 14,7 %; finalmente se evidencia en el grupo de administrativas una prevalencia de 3,7 % de infra peso, respecto de las docentes con 11,8 %.

Se difiere que el resultado en esta investigación tiene relación un estudio realizado por (Monterrosa & Pereira, 2017), con trabajadores universitarios entre dos grupos con funciones diferentes pero con semejanzas en el horario laboral designados. Y con otro trabajo investigativo realizado en El Perú, donde se estudiaron trabajadores del sector salud, los resultados presentaron mayores proporciones de sobrepeso entre los hombres con un 46.8 % y obesidad 19.5 % comparado con mujeres que presentaron un solo un 28.4 % de sobrepeso y 17.7 % de obesidad. Los resultados son evidentes, demostrando la existencia de un riesgo relativo de mortalidad superando la mitad del riesgo cardiovascular presentado por la población trabajadora en la universidad CECAR, a diferencia de los hallazgos mostrados en un estudio realizado en una facultad de universidad pública en Colombia.

Al igual que una investigación realizada por Giraldo-Trujillo, Martínez, & Granada-Echeverry (2011) en la universidad de Pereira, determinaron el riesgo cardiovascular en 76 docentes y 64 administrativos Universitarios. Determinado mediante el algoritmo de Framingham-Wilson, detectaron riesgos moderados y altos, con un 75 % para los hombres en comparación con un 25 % del RCV para las mujeres. Pero que todas las investigaciones coinciden y reflejan en sus recomendaciones, la necesidad de implementar acciones concretas que promuevan acciones directas para con los hábitos y estilos de vida saludables, con el fin de mantener un peso acorde al sexo, la edad y si es posible a la actividad o función.

En este estudio se demostró que la determinación la composición corporal por índice de masa corporal es tan importante para el pronóstico y tratamiento al riesgo padecer enfermedades crónicas no transmisibles, que se asocian al riesgo cardiovascular y al ausentismo laboral en repetidas ocasiones. Sin embargo, falta más compromiso por las instituciones de educación superior, prestar más atención en los estudios previos para detectar a tiempo este flagelo que afecta la vida laboral de los contratados por empresas de salud y por parte de las instituciones de salud brindar seguimiento y capacitación relacionada con la prevención y tratamiento de los mecanismos que la producen. Por tanto, este estudio de vital importancia como aporte a la realidad de la composición corporal por IMC de funcionarios, que servirá de base a futuras investigaciones en el contexto empresarial relacionado con la edición superior y otras entidades afines.

Conclusiones

La investigación resalta la importancia que tiene la evaluación como un aspecto clave para la caracterización de la población con índices metabólicos, y de esta manera desarrollar estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad como pilar uno, que comprometen la salud de esta población. Los resultados arrojados plantean la necesidad de establecer políticas institucionales empresariales permanentes, para transformar el lugar de trabajo en un entorno saludable y de esta manera minimizar los riesgos asociados con las enfermedades crónicas no transmisibles mediante la implementación de programas de actividad física regular y cafeterías saludables en el entorno universitario, donde por lo general los funcionarios realizan sus primeras ingestas calóricas del día saludablemente. Estas acciones podrían mejorar la calidad de vida del sujeto en cuestión, dando como resultado un beneficio conjunto en el desempeño laboral de los funcionarios universitarios.

Se recomienda para próximas investigaciones, caracterizar la población, vincular factores demográficos, socioeconómicos, genéticos, nutricionales, riesgo cardiovascular, nivel de actividad física y valoraciones bioquímicas, promedio de horas laborales, nivel de estrés mediante pruebas estandarizadas que permitan identificar con mayor claridad las causas que conllevan al aumento del sobrepeso y obesidad en trabajadores universitarios.

Con el presente trabajo se puede concluir que, es un insumo importante como primicia de investigaciones futuras encaminadas a los estudios de grupos de funcionarios universitarios o empresas al servicio de la educación superior de la región, que pueda facilitar información detallada para formular estrategias específicas que faciliten los procesos en la prevención, control y tratamiento de todo el grupo de enfermedades crónicas no transmisibles que afecta la población de trabajadores en general, incluyendo parte de la estrategia para la adherencia al tratamiento con los cuatro pilares de la salud: ejercitación planificada, alimentación saludable, descanso reparador y la motivación del usuario para consecución de las metas planteadas.

Referencias

- Aguilar, E., Zapata, M., Giraldo, F., Tejada, J., & Vidales, S. (2008). Anàlisi descriptiva de les variables: Nivell d'activitat física, depressió i riscos cardiovasculars en treballadors i docents d'una institució universitària a Medellín (Colòmbia). *Apunts Medicina de l'Esport*, 43(158), 55–61.
- Barrera, E., Cerón, N., & Ariza, M. C. (2000). Conocimientos y factores de riesgo cardiovascular y su relación con la presencia de hipertensión arterial. *Colombia Medica*, 31(1), 20–22. <https://doi.org/10.2510/colomb>.
- Giraldo-Trujillo, J., Martínez, J., & Granada-Echeverry, P. (2011). Using the Framingham scale to detect cardiovascular risk in employees at the Technological University of Pereira, 2008. *Revista de Salud Publica*, 13(4), 633–643.
- Gómez, M., Isaza, D., Gutiérrez, & Quintero. (2016). Factores Influyentes En El Bienestar De Los Individuos En Un Contexto Laboral. *Revista Electrónica Psyconex*, 8(12), 1–9.
- Jurado, L., Uribe, M., Montoya, A., Otálvaro, C., & Quintana, A. (2012). Factores de riesgo cardiovascular en docentes universitarios. *Memorias - Revista Digital de Historia y Arqueología Desde El Caribe*, 10(18), 129–136.
- Monterrosa Quintero, A., & Renato Pereira Moro, A. (2017). Asociación Entre Variables Antropométricas y Actividad Física en Personal Administrativo Perteneciente a una Institución de Educación Superior en Colombia. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 179–182.
- Tavera, N. (2017). *Factores Que Influyen En El Ausentismo Laboral Y Su Impacto En El Clima Organizacional Ensayo*. 33. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17172/MosqueraTaveraNancy2017.pdf;jsessionid=0A878AEEC6597BA87B6770675D5A3106?sequence=1>

O.P.S Organización Panamericana de la Salud. (2012). 28.a CONFERENCIA SANITARIA PANAMERICANA 64.a. *Estrategia Para La Prevención y El Control de Las Enfermedades No Transmisibles. Resolución CSP28.R13*, 1–35. Recuperado de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/CSP28-Res-Strat-Spa.pdf>

Rios, N., Samudio, N., Paredes, F., & Vio, F. (2017). Efecto de una intervención educativa nutricional en un entorno labora. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(2), 138–145.

OMS. (2009). Prevención de las enfermedades crónicas: una inversión vital. *Organización Mundial de la Salud*.

Factores Que Influyen En El Ausentismo Laboral Y Su Impacto En El Clima Organizacional Ensayo. 33. Recuerado de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17172/Mosquera Tavera](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17172/Mosquera_Tavera) Nancy 2017. .pdf;jsessionid=0A878AEEC6597BA87B6770675D5A3106?sequence=1.



Habilidades motrices acuáticas en niños de 6 a 8 años
de la Escuela de Natación del Centro Recreacional Comfasucre

CAPÍTULO V



José Luis Ruíz Sánchez*



Juan Ignacio Aduén Ángel**



Resumen

Este estudio está diseñado desde el paradigma de investigación positivista, desde el enfoque fue abordado a partir de lo empírico-analítico, ya que el paradigma establece en sus bases epistemológicas que solo puede haber conocimiento verdadero de lo que es posible de ser medible o medible, el estudio se enfocó sobre habilidades motrices acuáticas de los niños de la escuela de natación del Centro Recreacional Los Campanos de la ciudad de Sincelejo Sucre. Cuyo objetivo es implementar un programa para el mejoramiento de las habilidades motrices acuáticas en niños de edades entre 6 a 8 años de la escuela en mención. Donde se puso en práctica el programa de aprendizaje para los niños y niñas cuyas edades promedio son de 6 a 8 años de edad. Se manejaron las variables que contenían las características antropométricas como es el peso, la talla y la edad. Los resultados muestran cómo a estas edades no se obtienen diferencias significativas entre géneros ni entre niveles de ejecución en muchas de las variables. No se observó relación entre los resultados cuantitativos obtenidos y la distribución cualitativa, según nivel de ejecución, de cada uno de los nadadores.

Palabras clave

habilidades motrices, natación, programa, niños, niñas

*Profesional en Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Docente Tiempo completo Corporación Universitaria del Caribe CECAR-Colombia

**Licenciado en Educación Física; Magister en Intervención Integral del Deportista; Docente medio tiempo, Corporación Universitaria del Caribe CECAR-Colombia; Lab. de Eval. Del Rendimiento Morfo funcional (LeRM)

Abstract

This study is designed from the paradigm of positivist research, from the approach was approached from the empirical-analytical, since the paradigm establishes in its epistemological bases that there can only be true knowledge of what is possible to be measurable or measurable, the study focused on aquatic motor skills of the children of the swimming school of the recreational center Los Campanos of the city of Sincelejo Sucre. Its objective is to implement a program for the improvement of aquatic motor skills in children between the ages of 6 and 8 years of the school in question. Where the learning program was implemented for children whose average ages are from 6 to 8 years old. Variables containing anthropometric characteristics such as weight, height and age were managed. The results show that at these ages there are no significant differences between genders or between performance levels in many of the variables. No relationship was observed between the quantitative results obtained and the qualitative distribution, according to execution level, of each one of the swimmers.

Keywords

motor skills, swimming, program, boys, girls

Cita sugerida

Ruiz, J., & Aduén, J. (2019). Habilidades motrices acuáticas en niños de 6 a 8 años de la Escuela de Natación del Centro Recreacional Comfasucre. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 90-102). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



El presente artículo está relacionado con el primer contacto que tiene el niño con el agua, por medio de habilidades motrices en este medio natural como lo es el agua, después de la experiencia de estar durante nueve meses en el medio acuoso del vientre materno. En el desarrollo de la humanidad, el hombre ha tenido que subsistir a los medios naturales como la tierra, el agua y el viento, trasladados estos a las actividades deportivas, encontramos que la mayoría son propiciadas en el terrestre, siendo de mayor complejidad las aéreas y acuáticas, careciendo de un marco común, como si lo tienen las actividades de tierra.

El medio acuático es un entorno totalmente diferente para los niños, el estar en el agua y no saber mantener el equilibrio en su cuerpo, lo lleva en muchas ocasiones a sentir cierto temor e inseguridad, sobre todo cuando no se ha hecho un proceso de adaptación o acercamientos acuáticos en los primeros años de vida en sus hogares, por ello la relevancia de las habilidades acuáticas en edades iniciales.

De acuerdo con la Real Academia de la lengua española (1997). La natación es un deporte muy complejo y completo en su práctica, ya que beneficia todo el sistema fisiológico, respiratorio, cardiovascular. Por consiguiente, la natación se define como “acción y efecto de nadar, entendiendo por nadar: “ Realzar una persona o animal en el agua, ayudando a los movimientos y sin tocar el suelo y otro apoyo. También es el arte sostener y avanzar, usando los brazos y las piernas, sobre o bajo el agua. Puede realizarse como actividad lúdica o como deporte de competición. Otras de las definiciones dadas a este deporte es “Avance voluntario en un líquido elemento, merced a las propias energías” (Iguarán, 1972), de otra manera es sostenerse, pero haciendo únicamente referencia al hombre: “Medio que permite al hombre sostenerse y avanzar en el agua” (Rodríguez, 1997).

Para una comprensión acertada de este artículo ahondaremos en la conceptualización de las habilidades motrices acuáticas, las cuales son las primeras habilidades que debe aprender una persona para desenvolverse en el medio acuático, para lograr una seguridad y autonomía a este medio y poder realizar el inicio de la técnica del nado al realizar el perfeccionamiento de ellas”. (López, 2017).

Muchos autores plantean secuencia y progresiones de las habilidades motrices acuáticas. Bovi y Palomino, (2009) en su artículo “la secuencia de las etapas de aprendizaje en natación infantil propone las siguiente secuencia de aprendizaje de las habilidades acuáticas familiarización, respiración, flotación, propulsión, aprendizaje” y las secuencia antes planteadas por Moreno y Gutiérrez”(flotación, respiración, propulsión, autonomía máxima, desplazamiento, saltos básicos y complejos, giros, lanzamientos, impactos, recepción, ritmos, arrastre e inicio

al trabajo de la técnica de desplazamiento). Las progresiones de las habilidades acuáticas son esenciales para todo ser humano de cualquier edad, para lograr mantenerse en el medio acuático y para el aprendizaje de los estilos propios de natación.

En Cuba se realizó un estudio acerca de la metodología de la selección de talentos en natación para los niños de 6 a 8 años por parte de los entrenadores de Puerto Padre de Tunas, donde tuvo como objetivo elaborar una metodología que garantice una correcta selección de niños en las edades antes planteada con aptitudes para la práctica de la natación, por parte de los entrenadores de Puerto Padre. La metodología utilizada fue histórico-lógico, análisis-síntesis e inductivo-deductivo, como resultado la determinación de aptitud psicológica, anatómico-fisiológicas, antropométricas y de rendimiento motor de los niños con relación a la práctica fue de gran satisfacción, dando así los resultados esperados. (Gutiérrez, 2010).

En Colombia se planteó un diseño metodológico de un programa de entrenamiento deportivo para la categoría infantil de las escuelas de natación Comfandi, dicho programa metodológico de natación contempla un enfoque competitivo para la categoría 10, 11 y 12 años en el club Comfandi de la ciudad de Santiago de Cali, 2011. Para dar continuidad al proceso de la escuela de natación. Los métodos utilizados en este programa fueron el práctico, verbal y visual para el desenvolvimiento del caso de estudio, a manera de conclusión la planificación del programa dará continuidad al proceso de las escuelas deportista disminuyendo la deserción de nadadores al culminar los objetivos del proceso de formación.

La escuela de natación Centro Recreacional Los Campanos realiza cursos de natación para niños y adultos, pero al carecer de un orden de planificación entraban salían profesores dando como resultado la pérdida de la continuidad de los participantes, procesos educativos y no existían registros de datos de los nadadores. En común acuerdo con la ley del deporte en Colombia 181 de 1991 por la cual se dictan disposiciones para el fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre, por medio de esta se solidifica una escuela de natación continua que potencialice la natación en Sincelejo.

Habilidades motrices básicas entendemos aquellos actos motores que se, llevan a cabo de forma natural y que constituyen la estructura sensomotora básica, soporte del resto de las acciones motrices que el ser humano desarrolle. Para Guthrie la habilidad motriz es definida como “la capacidad, adquirida por aprendizaje, de producir resultados previstos con el máximo de certeza y, frecuentemente, con el mínimo dispendio de tiempo, de energía o de ambas”. Se trata, por consiguiente, de la capacidad de movimiento humana adquirida por aprendizaje, entendiendo el desarrollo de la habilidad motriz como producto de un proceso de aprendizaje motor. Estas habilidades básicas, base en el aprendizaje de posteriores acciones motrices más complejas, son los desplazamientos, saltos, equilibrios, lanzamientos y recepciones.

De acuerdo Sánchez Bañuelos, entendemos por tarea motriz “el acto específico que se

va a realizar para desarrollar y poner de manifiesto determinada habilidad, ya sea perceptiva o motórica”. Así pues, al hablar de tarea motriz nos estamos refiriendo a una actividad motriz determinada que de forma obligada ha de realizarse.

El conjunto de tareas motrices a enseñar constituye los contenidos a desarrollar por la Educación Física en el ámbito escolar. Según el modelo de Marteniuk, tal y como vimos en el apartado anterior, la ejecución motriz está basada fundamentalmente en tres mecanismos, los cuales han de ser tenidos en cuenta por parte del profesor en el tratamiento didáctico de la enseñanza de las tareas motrices: Mecanismo perceptivo. Mecanismo de decisión. Mecanismo efector o de ejecución.

Características de las habilidades motrices básicas Las características particulares que hacen que una habilidad motriz sea básica son: Ser comunes a todos los individuos. Haber facilitado/permitido la supervivencia del ser humano. Ser fundamento de posteriores aprendizajes motrices (deportivos o no). Siguiendo a Godfrey y Kephart podemos agrupar los movimientos básicos en dos categorías (Sánchez Bañuelos, 1.986); movimientos que implican fundamental mente el manejo del propio cuerpo.

Se encuentran presentes en tareas de locomoción (andar, correr, etc.) tareas relacionadas con el equilibrio postural básico (estar de pie o sentado). Movimientos en los que la acción fundamental se centra en el manejo de objetos, como sucede en las tareas manipulativas (lanzar, recepcionar, golpear, etc.).

Algunos autores coinciden en considerar las Habilidades Motrices Básicas, englobando todas las acciones posibles en tres apartados o áreas concretas (Ruíz Pérez, 1987): Locomotrices. Su característica principal es la locomoción. Entre ellas tenemos: andar, correr, saltar, galopar, deslizarse, rodar, trepar, etc. No locomotrices. Su característica principal es el manejo y dominio del cuerpo en el espacio. Ejemplos de estas habilidades son: balancearse, girar, retroceder, colgarse, etc. Proyección/percepción. Caracterizadas por la proyección, manipulación y recepción de móviles y objetos. Están presentes en tareas tales como lanzar, recepcionar, batear, atrapar, etc.

Según Sánchez Bañuelos, el desarrollo de las habilidades motrices se lleva a cabo en los niños siguiendo las siguientes fases: 1ª fase (4-6 años) Desarrollo de las habilidades perceptivas a través de tareas motrices habituales. Desarrollo de capacidades perceptivas tanto del propio cuerpo como a nivel espacial y temporal. Las tareas habituales incluyen: caminar, tirar, empujar, correr, saltar... Se utilizan estrategias de exploración y descubrimiento. Se emplean juegos libres o de baja organización.

Estos movimientos básicos están referidos a desplazamientos, saltos, giros, lanzamientos y recepciones. En la actividad física se utiliza el componente lúdico-competitivo. Se busca el perfeccionamiento y una mayor complejidad de los movimientos de la etapa anterior.

Se siguen estrategias de búsqueda fundamentalmente, pero a veces será necesaria la instrucción directa por parte del profesor para enseñar algunos movimientos complejos. 3ª fase (10-13 años) Se da una iniciación a las habilidades y tareas específicas que tienen un carácter lúdico-deportivo y se refieren a actividades deportivas o actividades expresivas.

Se trabajan habilidades genéricas comunes a muchos deportes. Se inician habilidades específicas de cada deporte y técnicas para mejorar los gestos. 4ª fase (14-17) Esta fase se sale de nuestro campo de Primaria, e incluye: Desarrollo de habilidades motrices específicas. Iniciación a la especialización deportiva. Trabajo de técnica y táctica con aplicación real.

Atendiendo a los resultados por (Villouta, et al, 2016) en lo relacionado con un programa de habilidades básicas en escolares mostraron que el grupo control mantuvo sus puntajes sin cambios significativos. En cambio, el grupo experimental, mejoró sus resultados de forma significativa ($p < 0.05$) por lo que el programa de estimulación mostró ser adecuado, a pesar de ello los escolares no lograron compensar sus déficits motores de acuerdo a su edad cronológica.

En otra investigación realizada por (Colado-Sánchez, & Cortell 2007) muestran evidencia que, en primera instancia, un conocimiento de las características de la habilidad motriz básica a desarrollar en el medio terrestre para poder realizar, posteriormente, las adaptaciones necesarias y específicas a las características propias que tiene el medio acuático. El conocimiento de estas características o factores limitantes de la habilidad motriz básica va a permitir una concreción a la hora de establecer criterios de evaluación, con lo que se facilitará la tarea de observación del docente. Finalmente, debe destacarse que las características del medio acuático y de la habilidad motriz básica a desarrollar llevan a tener muy en cuenta los aspectos de utilización y distribución del material concreto, la organización grupal y espacial de los alumnos, de tal forma que se consiga realizar un trabajo seguro y eficaz.

En estudio de Espinosa (2016), cuyo objetivo es determinar la importancia de la natación y las prácticas acuáticas en el desarrollo de la motricidad gruesa. Plantea una serie de estrategias para la enseñanza aprendizaje de técnicas básicas de la natación como la respiración, flotación, sumersión y desplazamiento.

De acuerdo a lo expuesto por Albarracín y Moreno (2012), la cual tiene por objetivo analizar los contenidos y actividades realizadas en las clases de actividades acuáticas dentro de la materia de educación física y presentar una propuesta de intervención. Los participantes fueron 29 docentes de Enseñanza Secundaria de la Región de Murcia, a los que se les pasó una entrevista semi-estructurada relativa a cuestiones que presentaban el análisis de los contenidos y actividades que se trataban en las clases acuáticas. Tras el análisis de contenido de las entrevistas, destacó que se impartía más natación y juegos en detrimento de otros contenidos de la materia como cualidades físicas, expresión corporal, habilidades motrices, etc. Los resultados son discutidos y reflexionados en la medida de contextualizar los contenidos y

actividades desarrolladas, siendo la base para presentar una propuesta de intervención.

Materiales y métodos

Diseño y tipo de estudio

Para dar respuesta al problema planteado se asumió desde el paradigma de investigación positivista, con enfoque empírico-analítico, ya que el paradigma establece en sus bases epistemológicas que solo puede haber conocimiento verdadero de lo que es posible de ser medible o medible. Desde el tipo de investigación atendiendo al problema se abordan desde lo descriptivo. Asumiendo la investigación desde el diseño es de corte transversal al ser recolectado los datos en un único tiempo de ocurrencia del fenómeno.

Población

El grupo participante fue de 7 sujetos en edades de 6 a 8 años de la escuela de natación de la caja de compensación familiar de Sucre, (COMFASUCRE) cuyas características se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Variables básicas del grupo en estudio

Variables	N		Media	Mediana	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo
	Validos	Perdidos					
Edad (años)	7	0	7,3	7,0	0,8	6,0	8,0
Masa corporal (kg)	7	0	37,0	40,0	11,5	17,0	48,0
Estatura (cm)	7	0	140,4	145,0	21,4	105,0	164,0

En la tabla 1, en cuanto a los estadísticos descriptivos del estudio muestran una media 7,3 años, estando en mínimo y máximo entre 6 - 8 años; el peso promedio en 37 kilogramos, con un mínimo y máximo 17 y 48 kg, en lo relacionado con la estatura el promedio de 140 cms con mínimo y máximo de 105-164.

Crterios de Inclusión

Para la participación los investigadores consideraron como criterio de participación a los matriculados en el nivel uno propuesto por COMFASUCRE, en su escuela de natación en las edades de 6 a 8 años, como también el consentimiento informado de los padres.

Crterios de exclusión

Presentar alguna enfermedad o impedimento físico para realizar prácticas de natación durante el periodo de evaluación.

Metodología de recolección de datos

La recolección de la información se realizó en el Centro Recreacional los Campanos de COMFASUCRE, en la ciudad de Sincelejo, quién cuenta con la infraestructura requerida para aplicar la batería de habilidades motrices básicas acuáticas, para las edades en estudio, una vez los padres firmaron el consentimiento informado.

La prueba escogida teniendo en cuenta las edades en estudio fue la respiración, la flotación ventral y dorsal, utilizando un cronometro, para el control del tiempo de ejecución. Para la evaluación se explicó y demostró cada habilidad acuática propuesta, dando dos intentos de práctica a los evaluados. Una vez iniciado el test se permitió dos intentos, escogiéndose el mejor tiempo de cada prueba.

Resultados

En la tabla 2, se observa el crecimiento que arrojó el programa en cuanto a la duración de los tiempos en las habilidades evaluadas, llamando la atención principalmente en la respiración en lo expresado en la desviación estándar.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del pre test y post test de las variables recolectadas en el estudio

Variables	N		Media	Mediana	Desviación estándar (DS)	Mínimo	Máximo
	Validos	Perdidos					
Respiración pre test (seg)	7	0	6,75	6,26	1,37	4,75	8,53
Respiración post test (seg)	7	0	12,29	12,15	1,67	10,44	14,52
Flotación Ventral pre test (seg)	7	0	7,86	7,42	2,77	5,54	13,69
Flotación Ventral post test (seg)	7	0	11,86	12,13	2,15	9,45	15,52
Flotación Dorsal pre test (seg)	7	0	8,91	7,55	3,97	3,94	15,17
Flotación Dorsal post test (seg)	7	0	12,12	10,28	4,06	9,11	20,62

En la tabla 3 se observa evidencia de diferencia significativa ($p < 0,05$), rechazando de esta manera la hipótesis nula de igualdad para las medias entre el pretest y el post test de la respiración, la flotación ventral y la flotación dorsal.

Tabla 3. Comparación de medias relacionadas entre pretest y post test de las variables en estudio

Pareo de variables pre y post		Media	Desviación estándar (DS)	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Respiración pretest (seg) Respiración posttest (seg)	-5,540	2,031	0,768	-7,418	-3,662	-7,216	6	0,000
Par 2	Flotación ventral pre test (seg) Flotación ventral post test (seg)	-4,001	1,097	0,415	-5,016	-2,987	-9,650	6	0,000
Par 3	Flotación dorsal pre test (seg) Flotación dorsal post test (seg)	-3,210	1,680	0,635	-4,763	-1,657	-5,056	6	0,002

Discusión

En las últimas décadas los programas de enseñanza en entrenamiento acuático se han convertido en la mejor estrategia por la gama de posibilidades de beneficios morfofuncionales y motrices para las poblaciones infantiles, dedicando gran importancia a la motricidad como medida específica para el aprendizaje de la técnica y perfeccionamiento de la misma en todas las etapas de los procesos de aprendizaje motor, adaptados a diferentes contextos.

En esta investigación se trabajó con un grupo total que de forma experimental en el cual se evidenció una diferencia significativa de ($p < 0,05$), rechazando de esta manera la hipótesis nula de igualdad para las medias entre el pretest y el post test de la respiración, la flotación ventral y la flotación dorsal. Por lo tanto, el programa de estimulación resultó ser adecuado, a pesar de los resultados, los estudiantes no pudieron compensar sus déficits motores de acuerdo con su edad cronológica.

Se infiere que esta investigación tiene coincidencia con la realizada por Villouta, al, (2016), donde se empleó un programa básico de estimulación de habilidades motoras por medio del juego, muy parecida al utilizado en nuestra investigación; también emplearon la evaluación (pretest y posttest) y 8 semanas de trabajo. La diferencia es que en dicho estudio tienen un grupo experimental y grupo control, siendo este último no presente en el estudio. También se encontró relación con otro estudio donde desarrollan un programa de estimulación de habilidades motoras a través de juegos en 108 estudiantes de primaria en Chile, de los cuales 59 correspondieron al grupo control y 49 al grupo experimental. Diferenciándose en el número de participantes que es mucho mayor comparada con el trabajo abordado.

Por otra parte, en una investigación realizada en España por Bovi, Palomino y Placeres, (2003). "El juego como medio en la enseñanza de la natación donde se hallaron intervalos de confianzas por edades con respecto a la diferencia entre el número de sesiones para flotar y número de sesiones para respirar. Hay relación con la metodología de investigación abordada para las fases y etapa de flotación y respiración coinciden, utilización los mismos parámetros como la edad, protocolos de tiempo y ejercicios en la flotación y la respiración, difiriendo en los resultados obtenidos.

De esta manera nuestro aporte es significativo desde el punto investigativo y científico, porque es un insumo como base para futuras investigaciones en el campo de la natación infantil desde las etapas de la iniciación y formación deportiva, independientemente de los objetivos que se pretendan con cada sujeto que se direccionen a procesos de entrenamiento de formación o rendimiento.

Conclusiones

El programa de ejercicios acuático-aeróbicos, aplicado a los niños de la Escuela de Natación de Los Campanos Sincelejo Sucre, Colombia, provocaron un efecto positivo, con aumento significativo en la fuerza muscular y una disminución significativa en los pliegues cutáneos. La aplicación de este tipo de programas acuáticos, otorgan múltiples beneficios para la salud y en la mejora de la calidad de vida de la población intervenida.

También se pudo analizar que la técnica deportiva en natación de una forma cuantitativa en edades de 4 a 8 años, cuando la técnica de los sujetos no está suficientemente estabilizada, no permite discriminar los factores que ayudan a mejorar la ejecución de los deportistas.

Por otra parte, tenemos que las actividades acuáticas en edades tempranas tienen beneficios en el terreno orgánico, neuro-perceptivo-motor, emocional y socio afectivo, es por ello que hemos querido reflejar cuales son los beneficios en el niño/a, su desarrollo y las fases de aprendizaje en el medio acuático para un mayor conocimiento del tema, y una buena práctica educativa.

Se establecieron que los niveles de aprendizaje en base sólo a la observación cualitativa del gesto técnico en sus diferentes niveles de habilidad, no ayuda a reconocer las diferencias cuantitativas entre sujetos. Una combinación adecuada de objetivos observables y cuantificables parece la mejor solución para ayudar a que los alumnos de una escuela de natación puedan ser seleccionados, si así se establece, para un programa de natación deportiva, todo ello relacionado con sus características antropométricas. Se puede establecer una relación mayor entre la longitud de ciclo con la velocidad promedio de nado que entre la frecuencia de ciclo y la velocidad de nado.

Recomendaciones

- Diseñar un programa que contribuya a las necesidades que puede presentar cada niño para desarrollar al máximo su potencial.
- Elegir diferentes tipos de ejercicios lúdico-recreativos para cada sesión del programa de natación donde el niño sea participe, para que no pierda el interés de la clase ni de la práctica del deporte.

Referencias

- Bompa, T (2002); *Periodización. Teoría e metodología del entrenamiento*. Guarulhos: Porte editora, 4.
- Da Fonseca, V. (1994). Fundamentos psicomotores del aprendizaje natatorio en la infancia. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 1, (2) 20-25.
- Gutiérrez, N. (2010). Metodología de selección de talentos en la natación, para niños de 6-8 años por parte de los entrenadores de puerto padre las tunas. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd150/metodologia-de-seleccion-de-talentos-en-la-natacion.htm>.
<http://www.todonatacion.com>.
- Iguarán, J. (1972). Historia de la natación antigua y de la moderna de los juegos olímpicos. Tolosa: Valverde.
- Jurado, D. & Moreno, L. (2011). Diseño metodológico de un programa de entrenamiento deportivo para la categoría infantil de las escuelas de natación comfandi (*tesis de pregrado*). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- López, V. (2017). Habilidades motrices básicas acuáticas. Recuperado de <https://prezi.com/vgf92ctdaqol/habilidades-motrices-basicas-acuaticas/>.
- Moreno, J. & Gutiérrez, M. (1998). Bases metodológicas para el aprendizaje de las actividades acuáticas educativas. *Barcelona*: INDE Publicaciones.
- Moreno, J. y Gutiérrez, M. (1994). La enseñanza de la natación infantil en la Comunidad Valenciana. En V. Tella y J. Moreno (Eds.), *Actividades acuáticas en el marco de la educación infantil 25-42*. Valencia: IVEF.
- Moreno, J. y Gutiérrez, M. (1995 a). Panorámica actual de los programas de actividades acuáticas (I). *SEAE/INFO*, 29, 12-16.
- Moreno, J. y Gutiérrez, M. (1995 b). Panorámica actual de los programas de actividades acuáticas (II). *SEAE/INFO*, 30, 12-17.
- Moreno, J. Abellán, J. & López, B. (2003). El descubrimiento del medio acuático de 0 a 6 años. *In Congreso Internacional de Actividades Acuáticas*. Murcia.
- Moreno, J. Gutiérrez, M. (1996). Programa de actividades acuáticas. Recuperado de <http://www.um.es/univefd/programa.pdf>.
- Moreno, V. Tella y S. Camarero (Eds.), *Actividades acuáticas educativas, recreativas y competitivas 35-174* Valencia: IVEF.
- Real Academia Española. (1997). *Diccionario de la Lengua Española* (21ª ed.). Madrid: Espasa Calpe.

- Rodríguez, L. (1997). Historia de la natación y evolución de los estilos. Natación, Saltos y Waterpolo, 19 (1), 38-49.
- Rosell, J. (1991). Natación utilitaria y actividades acuáticas complementarias para adultos. SEAE/INFO, 15-16, 11-18.
- Saavedra, J., Escalante, Y. & Rodríguez, F. (2003). La evolución de la natación. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd66/natacion.ht>.
- Taborda, Murcia y Ángel (1997). "Entrenamiento deportivo infantil y escuelas de formación deportiva", *Educación Física y Recreación*, Manizales, Universidad de Caldas, 2, (1) 49-74.
- Jahnig, W. (1987). Grundlegende strukturelle Betrachtungen. Sport Schwimmen. E. Schramm. Berlin, *Sportverlag Berlin*: 74-86.
- Langendorfer, S. y L. Bruya (1995). Aquatic Readiness: *Developing Water Competence in Young Children*, Human Kinetics.
- Redondo, J. (1987). Efecto de la Velocidad de la Brazada en el Coeficiente de Arrastre de las Manos. *X Simposio de la Sociedad Ibérica de Biomecánica*. Madrid.
- Sánchez-Molina, J. (1999). Análisis de la Actividad Competitiva en Natación: Diferencias en función de la longitud del vaso, el nivel de ejecución, el sexo, el estilo y la distancia de prueba. Evaluación y Tratamiento Psicológico. *Granada*: Universidad de Granada: 651pp.
- Schleihauf, R. (1986). Swimming Skill: A Review of Basic Theory. *The Journal of Swimming Research* 2 (2): 11-20.
- Wilke, K. y Madsen (1986). Coaching the young swimmer. London: Pelham Book
- Villouta. P, Aravena. J, Contreras. D, Fabres. C, Faúndez. F, Efectos en el desarrollo motor de un Programa de estimulación de habilidades motrices básicas en escolares de 5º año básico de colegios particulares subvencionados de la gran concepción.



Relación entre el estado nutricional y la aptitud cardiorespiratoria en jóvenes escolarizados

CAPÍTULO VI



Robert Armando Cordero Contreras*



York Fred Santos Quiroz**



Manuel Enrique Moreno Villamizar***



Resumen

El objetivo de investigación busca analizar la relación entre el estado nutricional y la aptitud cardiorespiratoria en estudiantes de 12 a 17 años del Liceo Bolivariano El Corozo, Parroquia Juan Antonio Rodríguez Domínguez, Barinas - Venezuela. La investigación es de tipo descriptiva correlacional no experimental de corte transversal. La muestra se conformó por 221 sujetos, 114 de sexo masculino y 107 de sexo femenino. La recolección de datos tuvo como propósito la toma de peso, estatura con el fin de calcular el índice de masa corporal IMC, y la prueba Anderssen para estimar el VO2max. Los resultados muestran en ambos sexos que a mayor edad mayor es el aumento en el IMC; siendo estas correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre el IMC, y el VO2max Absoluto. También se presentan correlaciones significativas inversas ($p < 0,05$) entre el VO2max relativo. Se puede concluir que la aptitud cardiorespiratoria de los estudiantes mantuvo un nivel significativamente menor que otros grupos poblacionales de similar edad, igualmente se evidenció que al existir una relación entre el IMC y el VO2max., se puede comprender que a medida que el estado nutricional se ve afectado por exceso de peso, la aptitud cardiorespiratoria de los sujetos disminuye. Finalmente, para futuros estudios se debe realizar el seguimiento longitudinal de estas variables para identificar factores que puedan intervenir en la relación evidenciada, así como utilizar los resultados del presente estudio para generar planes de atención y control orientados a mejorar el estado nutricional y la aptitud cardiorespiratoria de los estudiantes.

Palabras clave

estado nutricional, aptitud cardiorespiratoria, salud

*Licenciado en Educación, mención: Educación física, deporte y recreación; Magister en Ciencias de la Educación Superior, mención Pedagogía de la Educación Física

**Profesional en Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Especialista en Entrenamiento Deportivo, Técnico de Laboratorio en Corporación Universitaria del Caribe (CECAR), Laboratorio de Evaluación del Rendimiento Deportivo (LeRM)

***Licenciado en Educación Física y Deporte, Maestrante en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Abstract

The research objective sought to analyze the relationship between nutritional status and cardiorespiratory fitness in the students from 12 to 17 years of the Bolivarian High School El Corozo in the Juan Antonio Rodríguez Domínguez parish of Barinas state - Venezuela. The level of the research is descriptive correlational, the research design is non-experimental field cross-sectional, 221 students were evaluated being 114 men and 107 women, anthropometric data collected weight and height to calculate the BMI, and distance traveled in the Anderssen test to estimate the VO₂ max. It was observed for both sexes that at higher age, a higher value for BMI was presented, significant correlations ($p < 0.01$) between BMI and VO₂max were observed for both sexes. Absolute, as well as significant correlations ($p < 0.05$) inverse between the respect of the relative VO₂max. It can be concluded that the cardiorespiratory aptitude of the students of the Bolivarian High School Corozo was observed significantly lower than other groups of similar age groups, it was also shown that since there is a relationship between the BMI and the VO₂max, it shows that as the nutritional status is affected by excess weight, decreases the cardiorespiratory fitness of the subjects. Finally, in future studies, the longitudinal follow-up of these variables should be performed to identify factors that may intervene in the relationship evidenced, as well as using the results of this study to generate care plans aimed at improving the nutritional status and cardiorespiratory fitness of the students.

Keywords

nutritional status, cardiorespiratory fitness, health

Cita sugerida

Cordero, R., Santos, Y., & Moreno, M. (2019). Relación entre el estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria en jóvenes escolarizados. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 103-137). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



Para las instituciones educativas, conocer las diversas alteraciones demográficas y cardio metabólicas, así como el estado físico y nutricional en los estudiantes requiere de estudios que analicen las diversas variables que alteran esta problemática, para así poder darle la calidad necesaria y permitir un adecuado desenvolvimiento en las diferentes actividades cotidianas (Cigarroa et al., 2017) por lo tanto, los profesionales vinculados a la formación integral de niños y jóvenes deben conocer cómo es la nutrición e ingesta calórica del cuerpo, siendo que en estos tiempos las alteraciones nutricionales se ven asociadas ya sea por exceso o déficit de calorías con la causa de “enfermedades no transmisibles especialmente las de sentido cardiovascular” (Otero, Camacho, & Fornasini, 2018), que presentan trastornos de crecimiento y maduración, degradando las funciones del organismo para alcanzar una adultez físicamente sana. Por lo tanto, diversos estudios presentados como el de (Ibarra Mora, Hernández-Mosqueira, Hermosilla Palma, Pavez-Adasme, & Martínez-Salazar, 2017) al asociar el “estado nutricional y desempeño físico de una muestra de escolares de 14 y 15 años de la ciudad de Chillán, Chile”, cual manifiestan que los niños que presentan sobrepeso y obesidad poseen un deterioro a nivel de rendimiento físico demostrado mediante el bajo número de repeticiones en abdominales, flexiones de brazo, una menor distancia de salto y un mínimo tiempo en la ejecución del Course-Navette. (Campos Jara et al., 2016) en su trabajo sobre alteraciones en el rendimiento físico de escolares: las Pruebas Cafra y Navette y su asociación con la obesidad y riesgo cardiometabólico, el estudio exhibe que aquellos con sobrepeso y obesidad (48,3%) revelaron un incremento significativo en las medidas antropométricas, así como una disminución en todas las variables que determinan rendimiento físico. Al respecto (Ramos Parrací, Palomino Devia, & Rodríguez Arias, 2017) evidenciaron diferencias significativas en índice de masa corporal (IMC), Frecuencia Cardiaca Reposo (FCR) y Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂máx.), entre activos e inactivos, concluyendo que los indicadores de adiposidad y aptitud cardiorrespiratoria demuestran la combinación de factores de riesgo de enfermedades de índole hipocinético en la población. Así como el factor nutricional puede ser causa para alteraciones físicas debido a su relación con la maduración de los sujetos (López-Blanco, 2018), también se reconoce la repercusión de esta última sobre las capacidades físicas como lo reconoce la alteración de la condición física aeróbica basada en el logro del pico de velocidad de crecimiento (Padilla & Lozada, 2012).

Cabe señalar que la alteración nutricional en cualquiera de sus formas, genera más riesgos considerables para la salud humana que cualquier otra causa (Global Nutrition Report, 2018) y del cual no está exento ningún país; gran parte de la problemática actual tiene sus cimientos en los anteriores valores referentes al fenómeno tratado, así como los 50.5 y 38.3 millones de niños entre los 0 y 5 años que actualmente padecen de emaciación (pérdida de peso) y sobrepeso respectivamente serán el referente futuro siempre y cuando no se obligue a los

entes gubernamentales a cooperar políticamente en su solución. Ahora los sujetos de “edad escolar, adolescentes y adultos consumen demasiados cereales refinados, bebidas y alimentos azucarados” (Global Nutrition Report, 2018), dejando a un lado el consumo de vegetales, granos y frutas. Por consiguiente, la World Health Organization, (2019) dando respuestas, ha identificado medidas eficaces en materia de nutrición para mejorar la salud, trabajando con los Estados Miembros y asociados para ampliarlas en materia de conocimiento atendiendo que a nivel mundial más de 1000 políticas sean reportadas en materia de nutrición, generando estrategias de vigilancia mundiales para informar, adoptar y tomar decisiones con la necesidad proporcionar asesoramiento científico para su ejecución.

A nivel nacional (Venezuela) el (Ministerio del Poder Popular para la Educación, 2007) dentro de Currículo Nacional Bolivariano, aborda la asignatura de Educación Física, Deporte y la Recreación, como área de aprendizaje la cual permite desarrollar a través de los contenidos, pruebas de aptitud física. La misma, permite diagnosticar de forma integrada el estado nutricional y físico del niño y adolescente, de tal manera que en las instituciones educativas los profesores de educación física en los inicios de cada lapso realizan diversas pruebas de aptitud física las cuales permiten conocer los datos nutricionales y físico atléticos, los cuales son de utilidad dentro del diagnóstico físico primario conllevando a la recopilación de datos básicos de conocimiento general como: el estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria de los estudiantes.

De acuerdo con la problemática expuesta, la presente investigación tiene por objetivo de analizar la relación entre el estado nutricional a través del índice de masa corporal y la aptitud cardiorrespiratoria estimada mediante el test de Anderssen, determinando como población los estudiantes del Liceo Bolivariano El Corozo del estado Barinas.

Materiales y métodos

El estudio sostiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo correlacional; para el tratamiento y análisis de los datos se recurrió a la utilización de técnicas estadísticas para interactuar con la relación del estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria en los estudiantes del Liceo Bolivariano El Corozo del estado Barinas. La población fue referenciada con una muestra por selección no probabilística para un rango estándar de 12 a 17 años. La muestra mencionada fue constituida por 221 adolescentes, 114 sujetos masculinos y 107 femeninas (tablas 3 y 4). Por su parte el carácter de registro sistemático para la recolección de datos requirió la utilización instrumentos de precisión como: Balanza (Seca), Estadiómetro (portátil “genérico”) y Cronómetro (Casio Hs – 80tw). Dentro de la variable antropométrica se referencia la talla de pie (Cm), peso corporal (Kg) con el fin de extraer el índice de masa corporal (IMC) mediante la formulación (Quetelet, 1835), y para la variable cardiorrespiratoria el valor de distancia

recorrida en metros en consideración del test pedagógico de Anderssen (Andersen, Andersen, Andersen, & Anderssen, 2008) para la búsqueda por estimación del consumo máximo de oxígeno (siendo sexo 0 para varones y 1 para mujeres, utilizando una proforma para el vaciado de los datos recolectados en el marco de las pruebas de aptitud física escolar, ejecutadas durante el 1er lapso del periodo escolar 2015-2016. El tratamiento de las variables identifica características secundarias, no observables directamente y que son producto de la estimación estadística por la utilización de fórmulas de regresión validadas en estudios previos o mediante índices relativos.

Instrumental utilizado

- Proforma: instrumento de registro de las variables antropométricas y metros recorridos considerados (os) para el estudio; conteniendo datos básicos de índole personal del evaluado: nombre y fecha de nacimiento.
- Estadiómetro portátil: utilizado para medir la estatura bípeda de los sujetos, presentó una precisión de 0,5 cm calibrada y ubicada a partir de 80 centímetros sujeta a una pared y sobre la superficie donde se aplica esta la evaluación.
- Peso digital: utilizado para medir el peso corporal total de los sujetos estudiados en bipedestación con la máxima rectitud posibilitada por cada estructura de los individuos permitiendo la centralización de la carga axial, siendo su unidad de medida en kilogramos.
- Cronometro y silbato: para el inicio del test; se debe contar con un director de test, un máximo de diez corredores y un ayudante por cada uno de ellos contando con la proforma correspondiente. Trazando 2 líneas paralelas (20 distanciadas), los sujetos iniciaron carrera (línea de salida) sonado el silbato entre las dos líneas tocando con una mano por detrás de estas; pasados 15 segundos el sujeto debía detenerse a un máximo de 2 pasos para generar una pausa estática por 15 segundos y reiniciar la carrera al silbato. La carrera se proyecta por 10 minutos y se contabilizaron numéricamente cada 20mts superados conforme a las exigencias.
- Índice de Masa Corporal (IMC): para el uso del IMC se recolectaran los datos de masa corporal en kilogramos y estatura en metros, para así aplicar la siguiente fórmula.
- Fórmula para IMC: posteriormente se calculó el IMC equivalente adulto, el cual se obtuvo mediante una fórmula presentada por O'Conor R. (2009) donde el resultado obtenido al aplicar la ecuación propuesta por el autor, indica que es el valor de la misma línea de percentiles en las curvas suavizadas en la edad de 18 años, estimada desde la clasificación de las curvas percentilares para sujetos entre 5 y 17 años, propuesta por Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz (2000) la cual es la aceptada por Federación Mundial

de la Obesidad (IOFT por sus siglas en ingles), ahora conocida como Organización mundial para el cuidado clínico de la obesidad.

Fórmula para IMC equivalente adulto=

$$\begin{aligned} \text{IMC equivalente adulto} = & (8,9015388350443 * \text{EDAD} + 6,39448825410976 * \text{SEXO} + \\ & 2,55669565286457 * \text{IMC} + -10,4639819867405 + \\ & 0,946140957012757 * \text{EDAD}^2 + 0,355959195570345 * \text{IMC}^2 + -0,0882330830355406 * \text{EDAD} * \text{IMC} + \\ & 0,00888576632190425 * \text{IMC}^3 + \\ & 0,0010726247695029 * \text{EDAD}^4 + 0,0154533484265895 * \text{EDAD} * \text{SEXO} * \text{IMC} + \\ & 1,1301556230543 * \text{EDAD} * \text{SEXO} + 0,0785449487213141 * \text{EDAD}^2 * \text{SEXO} + 0,000244449352488948 * \\ & \text{EDAD}^2 * \text{IMC}^2 + -0,00220871251938361 * \text{EDAD}^3 * \text{SEXO} + -0,231682498571753 * \text{SEXO} * \text{IMC} + \\ & 0,00610662895816166 * \text{EDAD} * \text{IMC}^2 + 0,051302274148115 * \text{EDAD}^3 + 0,0000884758742313031 * \text{IMC}^4); \text{IMC} \end{aligned}$$

Donde Sexo es: 2 para Femenino y 1 para Masculino

Original de O'Connor (2009)

Análisis de los resultados

Exploratorio

Tabla 1. Prueba de normalidad Shapiro Wilk para las variables índice de masa corporal y consumo máximo de oxígeno por edad del sexo masculino

Grupo edad (años)	N	Shapiro Wilk					
		IMC		VO ₂ rel		VO ₂ abs	
		Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
12	14	0,951	0,891	0,957	0,667	0,959	0,705
13	15	0,948	0,489	0,945	0,447	0,890	0,067
14	22	0,945	0,247	0,943	0,232	0,943	0,225
15	20	0,938	0,219	0,930	0,154	0,965	0,649
16	24	0,960	0,431	0,948	0,246	0,962	0,474
17	19	0,948	0,935	0,947	0,357	0,966	0,697

En el tabla 1 se observa la significancia de la prueba de normalidad Shapiro Wilk para las variables índice de masa corporal (IMC) y el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) relativo y absoluto, por la cual se postula en la hipótesis nula (H₀) presentando los datos dentro de una distribución normal y la hipótesis Alternativa (H₁) que los datos no provienen de una distribución normal, siendo la regla de decisión que $p < 0,05$ se rechaza H₀ y si $p > 0,05$ no se rechaza H₀, por lo tanto para este caso no se rechaza la H₀ en todas las variables siendo su distribución normal.

Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro Wilk para las variables índice de masa corporal y consumo máximo de oxígeno por edad del sexo femenino

Grupo edad (años)	N	Shapiro Wilk					
		IMC		VO ₂ rel		VO ₂ abs	
		Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
12	14	0,959	0,071	0,888	0,075	0,948	0,536
13	24	0,970	0,671	0,901	0,023	0,944	0,198
14	22	0,908	0,042	0,944	0,244	0,976	0,846
15	21	0,961	0,536	0,938	0,200	0,911	0,057
16	13	0,898	0,125	0,884	0,082	0,955	0,675
17	13	0,903	0,145	0,933	0,378	0,957	0,704

En tabla 2 todas las variables presentan distribución normal, de esta manera se señala que la distribución de los datos permite corroborar la utilidad de los mismos para realizar pruebas estadísticas inferenciales.

Descriptivo

En este apartado se observa las tablas y figuras que permiten describir con detalle a las variables en estudio, respecto de la población.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para el peso y estatura por grupo de edad del sexo femenino

Grupo edad (años)	Variables	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
12	Peso (kg)	14	47,5	7,88	36	62
	Estatura (cm)		152,9	6,94	145	172
13	Peso (kg)	24	46,0	5,91	36	63
	Estatura (cm)		154,6	5,79	146	173
14	Peso (kg)	22	52,0	12,42	33	78
	Estatura (cm)		156,3	6,76	146	167
15	Peso (kg)	21	53,5	9,32	41	72
	Estatura (cm)		158,6	8,29	143	175
16	Peso (kg)	13	48,6	4,51	41	60
	Estatura (cm)		156,4	6,85	148	174
17	Peso (kg)	13	51,8	9,94	39	78
	Estatura (cm)		156,1	6,53	147	167

Se puede observar en la tabla 3 que el grupo de 15 años presentan mayor estatura y peso que los demás grupos de edad, y el grupo de 16 años presenta mayor estatura que las de 17 años, pero con menor peso promedio. Consecuentemente se evidencia que el peso del grupo de 14 años presenta una desviación típica de 12,4 siendo el único grupo con dos cifras en sus ds, denotando una alta dispersión de los datos alrededor de la media. Finalmente se resalta que las estaturas máximas observadas se encuentran en el grupo de 15 años, los grupos de 14 años y el de 17 años presentan pesos máximos y el peso mínimo observado se encuentra en el grupo de 14 años.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para el peso y estatura por grupo de edad del sexo masculino

Grupo edad (años)	Variables	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
12	Peso (kg)	14	42,4	5,40	34	52
	Estatura (cm)		149,6	7,46	138	162
13	Peso (kg)	15	45,3	8,50	34	71
	Estatura (cm)		151,6	7,60	144	170
14	Peso (kg)	22	52,1	10,67	29	75
	Estatura (cm)		158,5	10,26	139	180
15	Peso (kg)	20	55,4	9,21	44	77
	Estatura (cm)		164,4	8,98	143	177
16	Peso (kg)	24	58,4	7,79	46	75
	Estatura (cm)		168,0	6,90	153	180
17	Peso (kg)	19	61,6	6,69	48	75
	Estatura (cm)		170,3	10,35	153	193

En la tabla 4 se observa un incremento gradual del peso y la estatura promedio, a medida que aumenta la edad. De tal manera que los valores mínimos de peso y estatura corresponden al grupo de 12 años y los valores máximos para las mismas variables al grupo de 17 años.

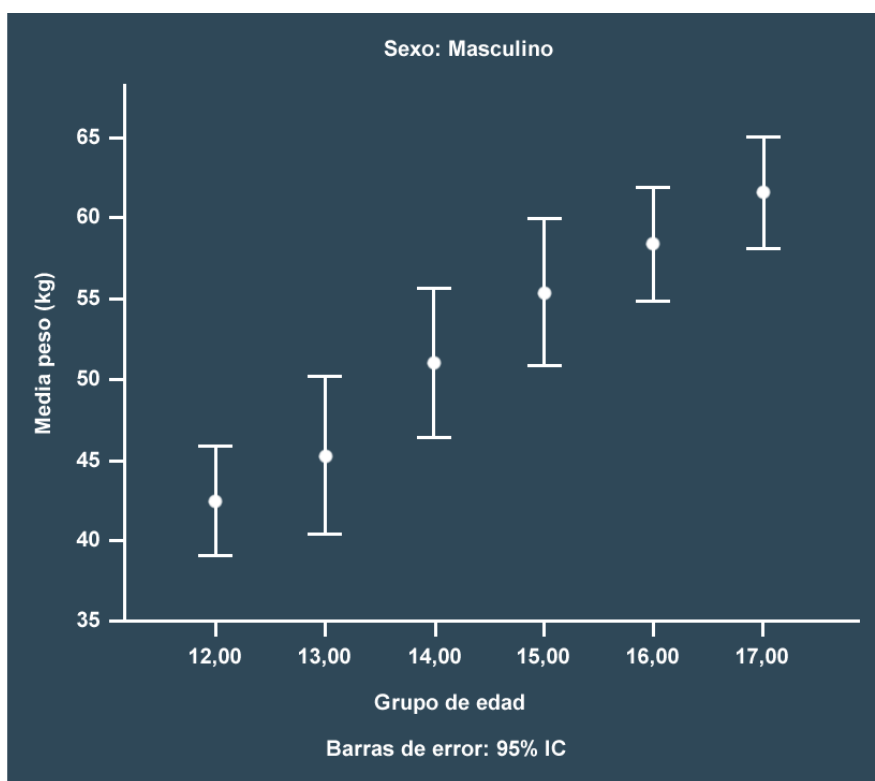


Figura 1. Peso promedio y zona de confianza al 95% para cada grupo de edad del sexo masculino

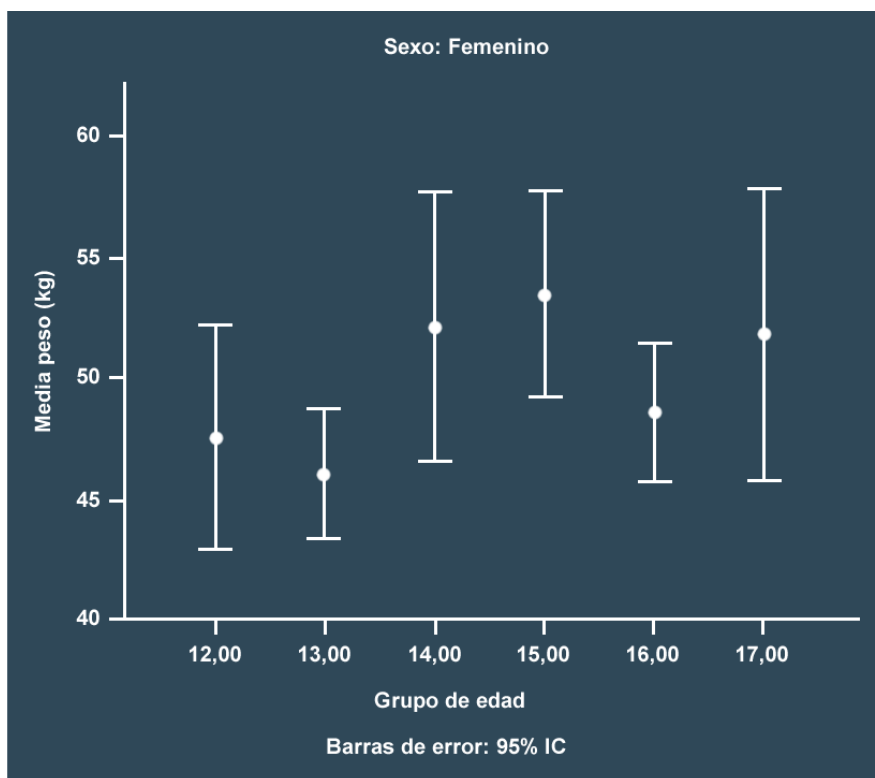


Figura 2. Peso promedio y zona de confianza al 95% para cada grupo de edad del sexo femenino

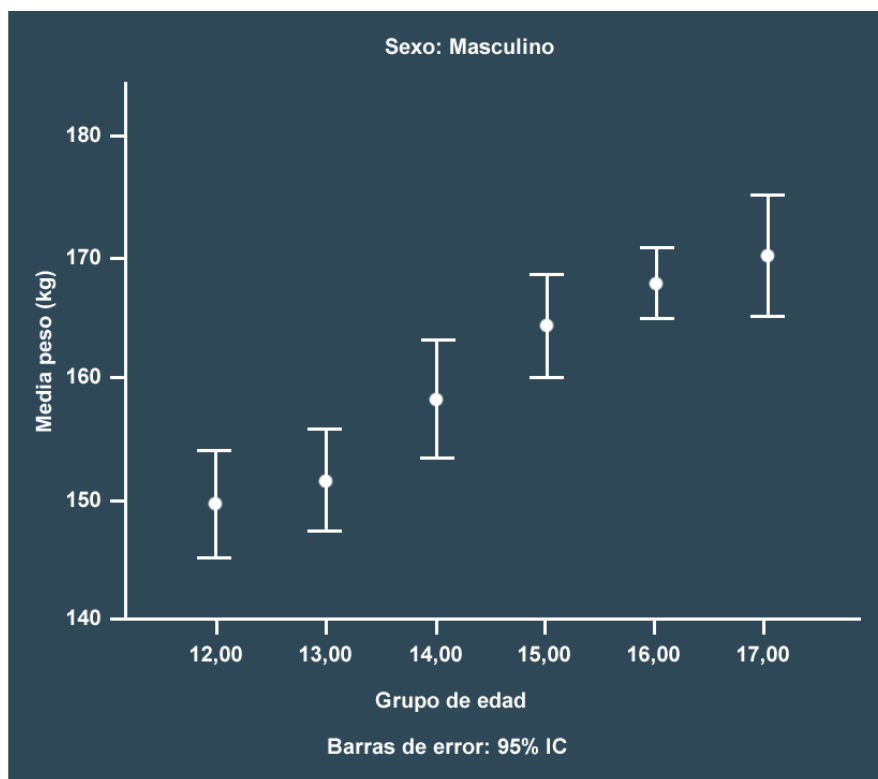


Figura 3. Estatura promedio y zona de confianza al 95% para cada grupo de edad del sexo masculino

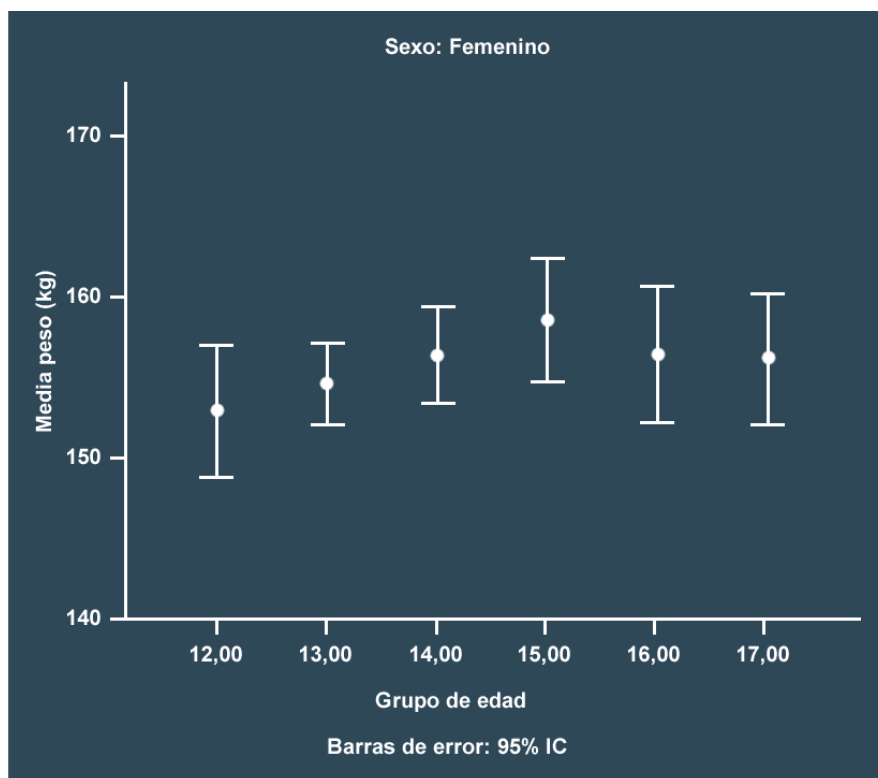


Figura 4. Estatura promedio y zona de confianza al 95% para cada grupo de edad del sexo femenino

En la figura 1, observa el incremento gradual del peso promedio según la edad para el sexo masculino, mostrándose la mayor diferencia entre los 13 y 14 años de edad. Igualmente, para el sexo femenino, en la figura 2 se observa la mayor diferencia entre los 13 y 14 años de edad, sin embargo, entre los 16 y 17 años se observa menor promedio de peso que en las edades de 14 y 15 años.

En las figuras 3 y 4 se observa que a medida que aumenta la edad se evidencia una mayor estatura en la población para ambos sexos.

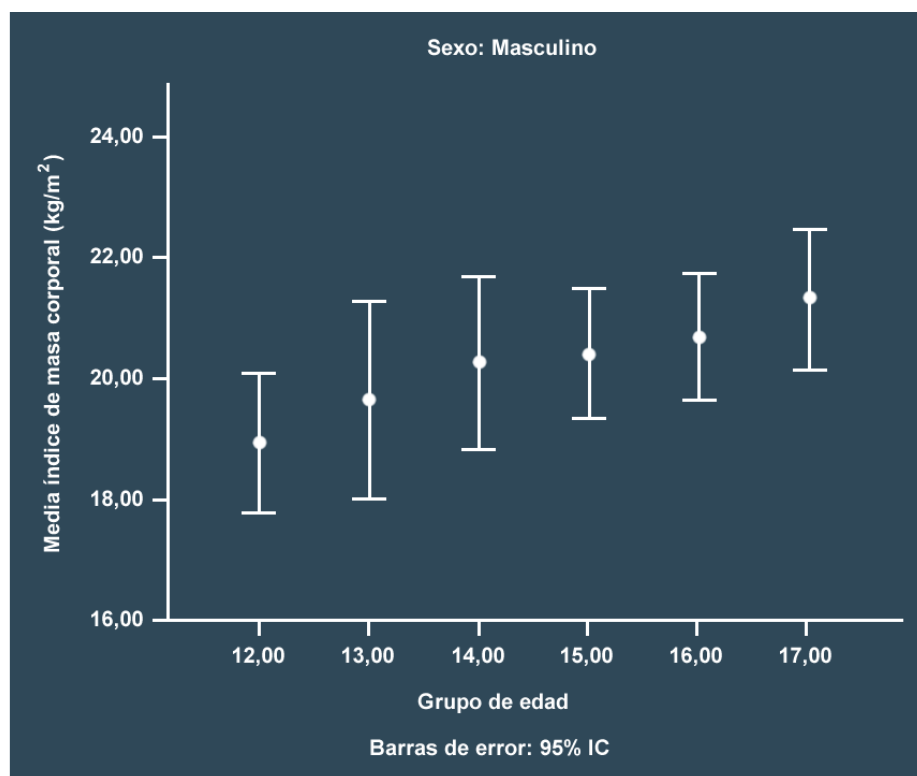


Figura 5. IMC promedio y zona de confianza al 95% por grupo de edad, para el sexo masculino

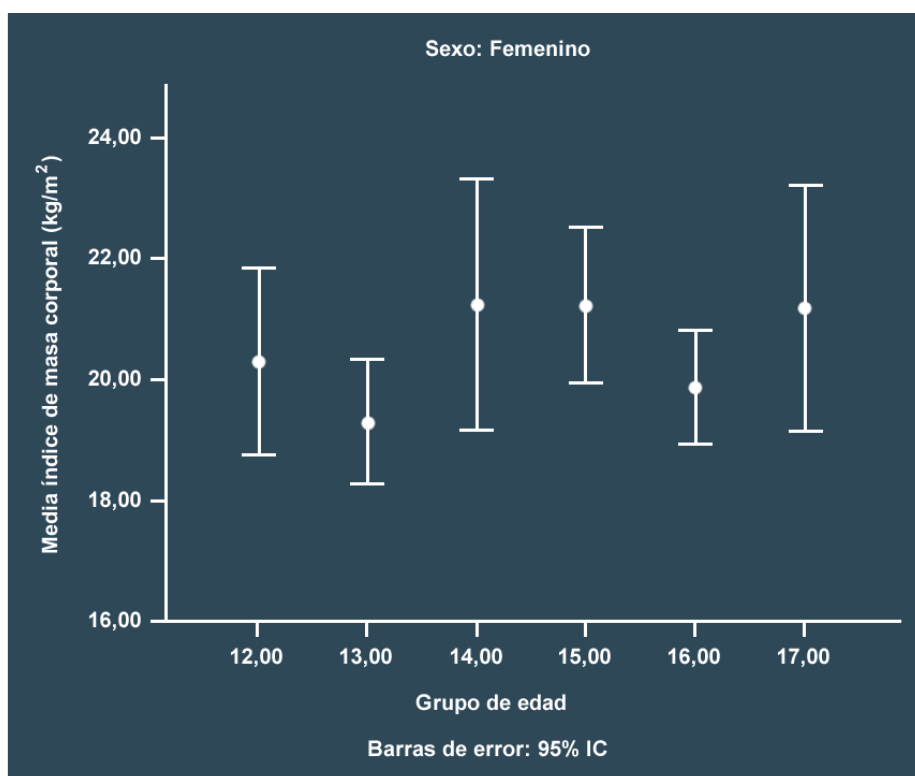


Figura 6. IMC promedio y zona de confianza al 95% por grupo de edad, para el sexo masculino

Tabla 5. Estadísticos descriptivos para los metros recorridos en el test de Anderssen por sexo y edad

Sexo	Grupo edad (años)	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Masculino	12,00	14	991,6	112,6	746,0	1214,0
	13,00	15	954,9	123,9	772,0	1169,0
	14,00	21	877,3	124,4	618,0	1100,0
	15,00	20	958,6	109,9	817,0	1196,0
	16,00	24	982,3	144,0	637,0	1193,0
	17,00	19	933,1	110,3	691,0	1100,0
Femenino	12,00	14	842,7	144,2	653,0	1139,0
	13,00	24	835,6	98,4	618,0	1097,0
	14,00	22	798,3	71,3	623,0	954,0
	15,00	21	807,3	76,9	684,0	1007,0
	16,00	13	832,4	91,2	621,0	1003,0
	17,00	13	818,8	118,8	526,0	994,0

Se evidencia en la tabla 5 como el promedio de los metros recorridos en el test de Anderssen se presenta mayor para el grupo de 12 años de edad en ambos sexos y los menores promedios se observan en el grupo de 14 años para ambos sexos igualmente.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para el consumo de oxígeno y el IMC equivalente adulto por grupo de edad del sexo masculino

Grupo edad (años)			VO ₂ máx. (L/min)	VO ₂ máx. (ml/kg/min)	IMC equivalente adulto (kg/m ²)
	N	Válidos			
12,00	N	Válidos	14	14	14
	Media		2,16	51,09	18,94
	Desv. típ.		0,30	3,71	1,94
13,00	N	Válidos	15	15	15
	Media		2,25	49,89	19,65
	Desv. típ.		0,38	4,10	2,89
14,00	N	Válidos Perdidos	21 1	21 1	21 1
	Media		2,41	47,34	20,27
	Desv. típ.		0,49	4,10	3,08
15,00	N	Válidos	20	20	20
	Media		2,77	50,00	20,42
	Desv. típ.		0,48	3,63	2,25
16,00	N	Válidos	24	24	24
	Media		2,95	50,80	20,69
	Desv. típ.		0,32	4,75	2,38
17,00	N	Válidos	19	19	19
	Media		3,03	49,18	21,32
	Desv. típ.		0,41	3,63	2,38

En la tabla 6 se observa como el grupo de varones de 17 años presenta el mayor valor promedio de VO₂ máx absoluto, mientras que el mejor promedio del VO₂ máx relativo lo tiene el grupo de niños de 12 años, así mismo el IMC promedio más elevado lo tiene el grupo de 17 años.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para el consumo de oxígeno y el IMC equivalente adulto por grupo de edad del sexo femenino

Grupo edad (años)			VO ₂ máx. (L/min)	VO ₂ máx. (ml/kg/min)	IMC equivalente adulto (kg/m ²)
12,00	N	Válidos	14	14	14
	Media		1,90	40,29	20,29
	Desv. típ.		0,28	4,75	2,65
13,00	N	Válidos	24	24	24
	Media		1,84	40,03	19,30
	Desv. típ.		0,25	3,24	2,44
14,00	N	Válidos	22	22	22
	Media		2,00	38,80	21,24
	Desv. típ.		0,40	2,36	4,63
15,00	N	Válidos	21	21	21
	Media		2,09	39,10	21,21
	Desv. típ.		0,35	2,54	2,77
16,00	N	Válidos	13	13	13
	Media		1,95	39,94	19,88
	Desv. típ.		0,25	3,01	1,50
17,00	N	Válidos	13	13	13
	Media		2,03	39,48	21,18
	Desv. típ.		0,31	3,93	3,30

En la tabla 7 se observa que el IMC promedio de mayor valor lo presenta el grupo de niñas de 14 años, mientras que el VO₂ máx absoluto presenta su mayor promedio en el grupo de 17 años, por su parte el VO₂ máx relativo presenta su mejor valor promedio para el grupo de niñas de 12 años.

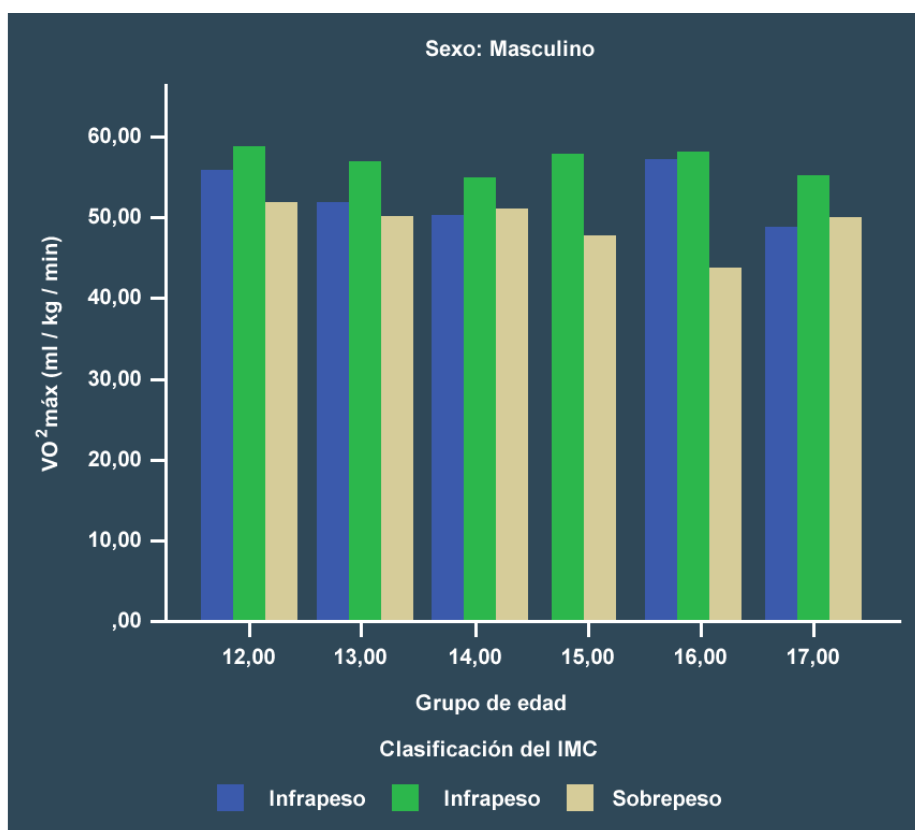


Figura 7. VO₂ máx relativo por clasificación del IMC para cada grupo de edad del sexo masculino

Se observa como los grupos normo peso presentan mejor VO₂ relativo promedio independientemente de la edad. Y los grupos de sobrepeso presentan menor VO₂ relativo promedio en la mayoría de edades con excepción del grupo de 17 años, por su parte los bajo peso, también tienen mejores niveles de VO₂ max que los sujetos sobrepeso, pero más bajo que los normo peso.

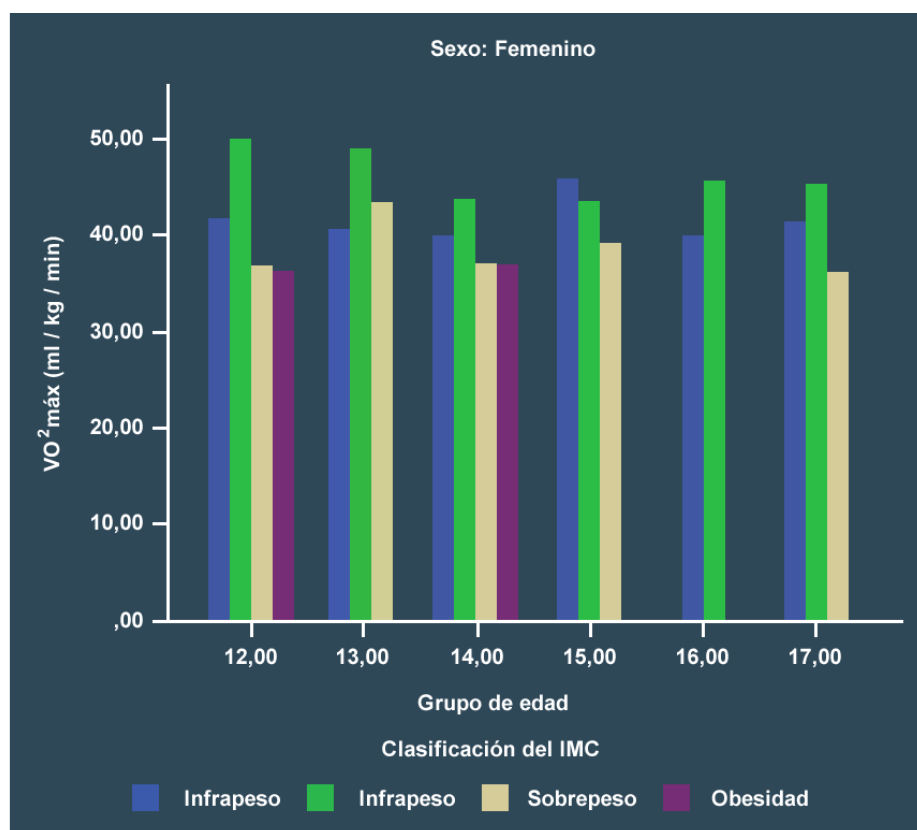


Figura 8. VO2 máx relativo por clasificación del IMC para cada grupo de edad del sexo femenino

Se observa como el VO2 relativo promedio de los grupos normopeso se presenta más elevado en la mayoría de las edades del sexo femenino, con excepción de las niñas de 15 años donde el grupo infrepeso presenta mayor promedio, por otra parte, los grupos que presentan obesidad en los casos de 12 y 14 años presentan menor promedio para el VO2 relativo, así mismo para los grupos de sobrepeso de las demás edades.

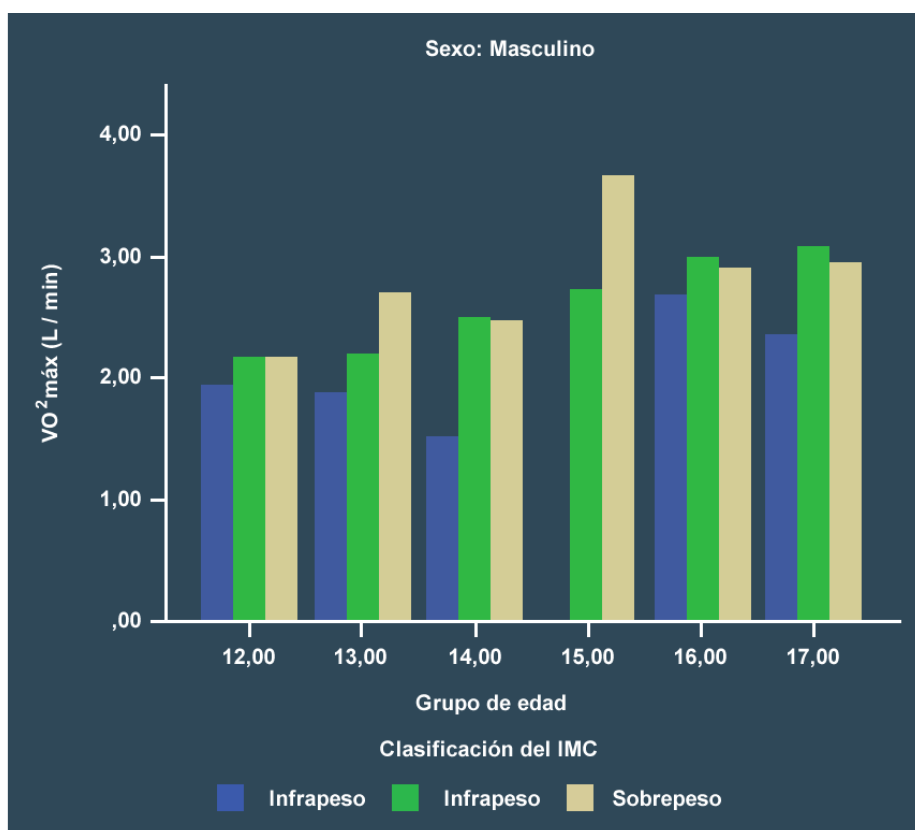


Figura 9. VO₂ máx absoluto por clasificación del IMC para cada grupo de edad del sexo masculino

Se puede observar que los menores valores de VO₂ absoluto del grupo masculino lo presentan los sujetos con un IMC de infrapeso, por su parte solo los grupos de edad 13 y 15 presentan mayor VO₂ max absoluto en los grupos de sobrepeso.

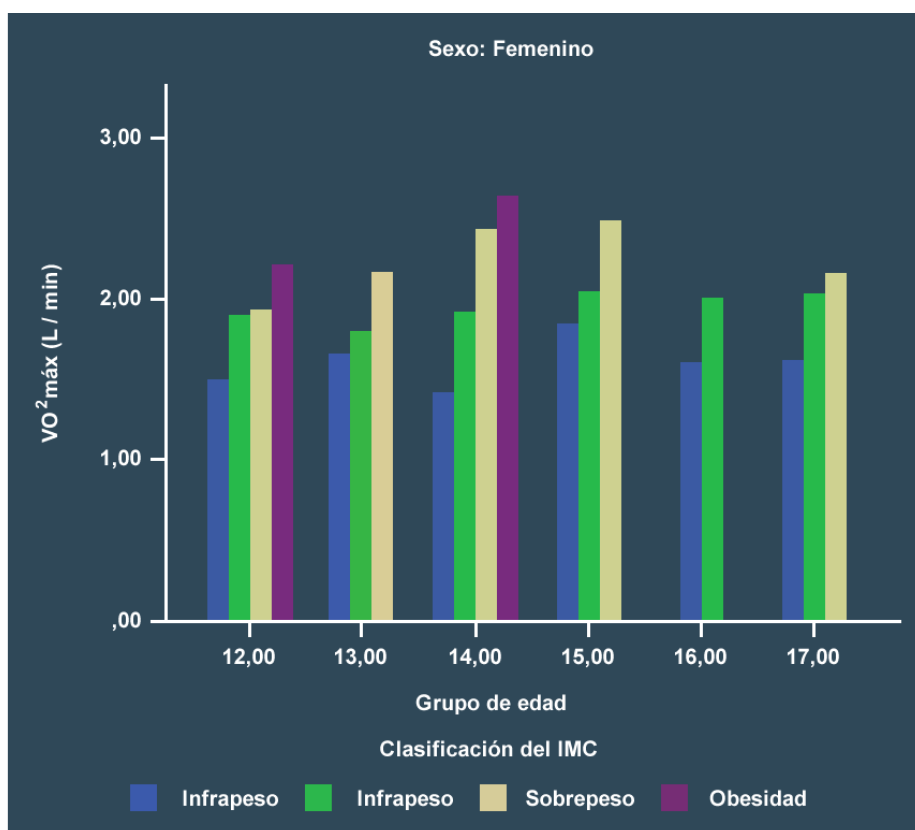


Figura 10. VO2 máx. absoluto por clasificación del IMC para cada grupo de edad del sexo masculino

En el gráfico anterior se observa que para todas las edades los grupos con mayores niveles de IMC presentan mayor VO2 absoluto.

Tabla 8. Análisis de varianza para el peso y la estatura del sexo masculino entre edades

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso (kg)	Inter-grupos	4747,952	5	949,590	14,419	0,000
	Intra-grupos	7046,579	107	65,856		
	Total	11794,531	112			
Estatura (cm)	Inter-grupos	6277,789	5	1255,558	16,205	0,000
	Intra-grupos	8290,441	107	77,481		
	Total	14568,230	112			

Se puede observar cómo se presentan diferencias significativas entre los promedios del peso y la estatura entre los grupos de edades para el sexo masculino, por lo tanto, se solicita un análisis post hoc para identificar con precisión entre cuales grupos de edad se manifiestan estas diferencias.

Tabla 9. Pruebas post hoc para el peso y la estatura del sexo masculino entre edades

Grupo edad (años)		(I) Sig.					
		(J) Grupo de edad					
		12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00
12,00	Peso (kg)		0,971	0,101	0,002	0,000	0,000
	Estatura (cm)		0,996	0,147	0,001	0,000	0,000
13,00	Peso (kg)	0,971		0,492	0,026	0,000	0,000
	Estatura (cm)	0,996		0,391	0,005	0,000	0,000
14,00	Peso (kg)	0,101	0,492		0,708	0,110	0,007
	Estatura (cm)	0,147	0,391		0,456	0,027	0,005
15,00	Peso (kg)	0,002	0,026	0,708		0,911	0,349
	Estatura (cm)	0,001	0,005	0,456	0,911	0,872	0,508
16,00	Peso (kg)	0,000	0,000	0,110	0,872		0,899
	Estatura (cm)	0,000	0,000	0,027	0,349	0,508	0,983
17,00	Peso (kg)	0,000	0,000	0,007		0,899	
	Estatura (cm)	0,000	0,000	0,005		0,983	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. ; Tuckey

Diferencia significativa para el peso y la estatura entre los grupos de edad de 12 y 13 años con los grupos de 15, 16 y 17 años, por su parte el grupo de 14 años se observa diferencias para la estatura con los grupos de 16 y 17 años y para el peso solo con el grupo de 17 años.

Tabla 10. Análisis de varianza para el peso y la estatura del sexo femenino entre edades

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso (kg)	Inter-grupos	876,875	5	175,375	2,208	0,059
	Intra-grupos	8023,087	101	79,437		
	Total	8899,963	106			
Estatura (cm)	Inter-grupos	327,246	5	65,449	1,374	0,240
	Intra-grupos	4809,520	101	47,619		
	Total	5136,766	106			

No se observaron diferencias significativas para el peso y la estatura entre los grupos de edad para el sexo femenino.

Tabla 11. Análisis de varianza para el IMC, IMC equivalente adulto, metros recorridos, VO2 relativo y VO2 absoluto del sexo masculino entre edades

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Índice de masa corporal (kg/m ²)	Inter-grupos	56,21	5	11,24	1,756	0,128
	Intra-grupos	684,99	107	6,40		
	Total	741,20	112			
IMC equivalente adulto (kg/m ²)	Inter-grupos	56,21	5	11,24	1,756	0,128
	Intra-grupos	684,99	107	6,40		
	Total	741,20	112			
Resistencia aerobica (mts)	Inter-grupos	166836,43	5	33367,29	2,212	0,058
	Intra-grupos	1614029,38	107	15084,39		
	Total	1780865,81	112			
VO ² máx (ml/kg/min)	Inter-grupos	180,07	5	36,01	2,193	0,060
	Intra-grupos	1757,37	107	16,42		
	Total	1937,44	112			
VO ² máx (L/min)	Inter-grupos	12,02	5	2,40	14,563	0,000
	Intra-grupos	17,66	107	0,17		
	Total	29,67	112			

Se observan diferencias significativas para el VO2 máx entre edades del grupo masculino.

Tabla 12. Pruebas post hoc para el VO2 absoluto del sexo masculino entre edades

Grupo edad (años)	Variable dependiente	(I) Sig.					
		(J) Grupo de edad					
		12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00
12,00	VO ² máx (L/min)		0,997	0,675	0,004	0,000	0,000
13,00		0,997		0,918	0,020	0,000	0,000
14,00		0,675	0,918		0,176	0,003	0,001
15,00		0,004	0,020	0,176		0,835	0,550
16,00		0,000	0,000	0,003	0,835		0,994
17,00		0,000	0,000	0,001	0,550	0,994	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. ; Tuckey

Al realizar el análisis post hoc se observa como los grupos de 12 y 13 años presentan diferencias significativas para el VO2 máx absoluto con los grupos de 15, 16 y 17 años, y entre los grupos de 14 años con los de 16 y 17 años.

Tabla 13. Análisis de varianza para el IMC, IMC equivalente adulto, metros recorridos, VO2 relativo y VO2 absoluto del sexo femenino entre edades

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Índice de masa corporal (kg/m ²)	Inter-grupos	68,81	5	13,762	1,405	0,229
	Intra-grupos	988,91	101	9,791		
	Total	1057,72	106			
IMC equivalente adulto (kg/m ²)	Inter-grupos	68,81	5	13,762	1,405	0,229
	Intra-grupos	988,91	101	9,791		
	Total	1057,72	106			
Resistencia aeróbica (mts)	Inter-grupos	28693,91	5	5738,781	0,587	0,710
	Intra-grupos	987107,51	101	9773,342		
	Total	1015801,42	106			
VO ² máx (ml/kg/min)	Inter-grupos	31,66	5	6,331	0,595	0,704
	Intra-grupos	1074,61	101	10,640		
	Total	1106,27	106			
VO ² máx (L/min)	Inter-grupos	0,83	5	0,165	1,648	0,154
	Intra-grupos	10,14	101	0,100		
	Total	10,97	106			

Se observa que no existe evidencia estadística de diferencia para los promedios de las variables IMC, IMC equivalente adulto, VO2 máx relativo y VO2 máx absoluto, entre los grupos de edad.

Tabla 14. Correlaciones bivariadas para IMC, IMC equivalente adulto, VO2 absoluto y VO2 relativo para el sexo masculino

		Índice de masa corporal (kg/m ²)	IMC equivalente adulto (kg/m ²)	VO ² máx (L/min)	VO ² máx (ml/kg/min)
Índice de masa corporal (kg/m ²)	Correlación de Pearson	1,000	1,000**	0,575**	-,210*
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,026
	N	113	113	113	113
IMC equivalente adulto (kg/m ²)	Correlación de Pearson	1,000**	1,000	0,575**	-,210*
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,026
	N	113	113	113	113
VO ² máx (ml/kg/min)	Correlación de Pearson	0,575**	0,575**	1,000	0,266**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,004
	N	113	113	113	113
VO ² máx (L/min)	Correlación de Pearson	-,210*	-,210*	0,266**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,026	0,026	0,004	
	N	113	113	113	113

Se observan correlaciones significativas ($p < 0,01$) directas entre el IMC, e IMC equivalente adulto respecto del VO₂ máx absoluto, así como correlaciones significativas ($p < 0,05$) inversas entre el IMC e IMC equivalente adulto respecto del VO₂ relativo, además se observa una correlación moderada entre IMC y VO₂ máx relativo 0,575, y una correlación negativa entre IMC y VO₂ máx absoluto.

Tabla 15. Correlaciones bivariadas para IMC, IMC equivalente adulto, VO₂ absoluto y VO₂ relativo para el sexo femenino

		Índice de masa corporal (kg/m ²)	IMC equivalente adulto (kg/m ²)	VO ₂ máx (L/min)	VO ₂ máx (ml/kg/min)
Índice de masa corporal (kg/m ²)	Correlación de Pearson	1,000	1,000**	0,748**	-,348**
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000
	N	107,000	107,000	107,000	107,000
IMC equivalente adulto (kg/m ²)	Correlación de Pearson	1,000**	1,000	0,748**	-,348**
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,000
	N	107,000	107,000	107,000	107,000
VO ₂ máx (ml/kg/min)	Correlación de Pearson	0,748**	0,748**	1,000	0,106
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,276
	N	107,000	107,000	107,000	107,000
VO ₂ máx (L/min)	Correlación de Pearson	-,348**	-,348**	0,106	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,276	
	N	107,000	107,000	107,000	107,000

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)
 * . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral)

Se evidencian correlaciones significativas ($p < 0,01$) directas entre el IMC e IMC equivalente adulto respecto del VO₂ absoluto. Del mismo modo se observan correlaciones significativas ($p < 0,05$) inversas entre el IMC e IMC equivalente adulto con el VO₂ máx. Relativo. El coeficiente de determinación entre IMC y VO₂ máx. Absoluto, es de 50,9%, y el coeficiente de determinación del IMC con el VO₂ máx. Relativo es de 12.11%.

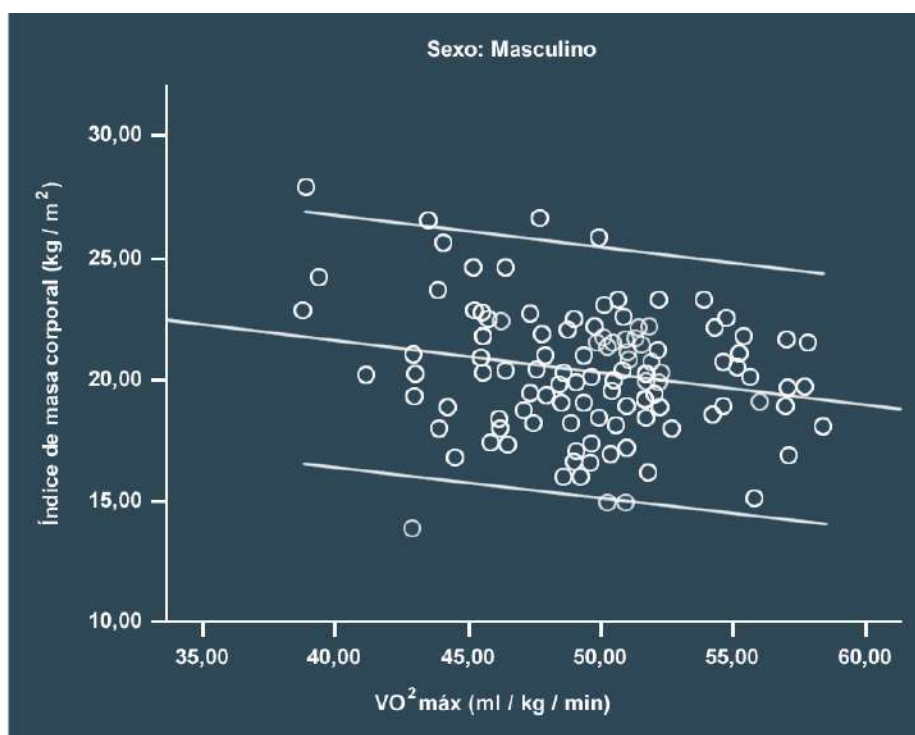


Figura 11. Dispersión de los datos para el IMC y el VO2 máx Relativo, con recta de ajuste y 95% de confianza para los casos del sexo masculino

La recta de ajuste y la zona de confianza para el 95% de los casos, al correlacionar el IMC y el VO2 máx. Relativo del grupo masculino.

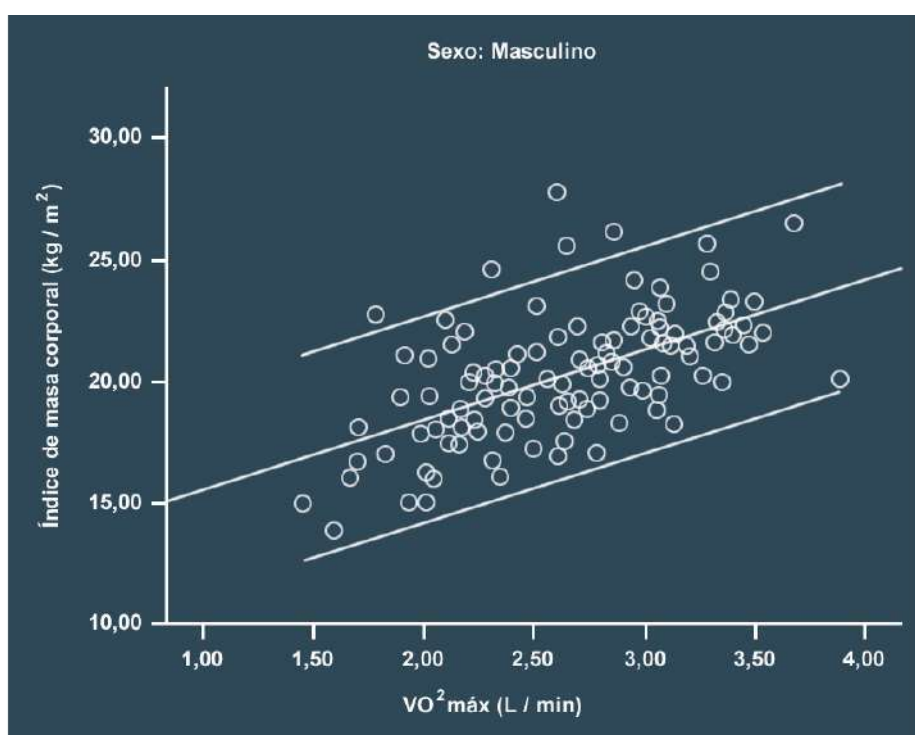


Figura 12. Dispersión de los datos para el IMC y el VO2 máx Absoluto, con recta de ajuste y 95% de confianza para los casos del sexo masculino

Se observa que a medida que aumenta el IMC más elevado, aumenta el consumo de oxígeno absoluto.

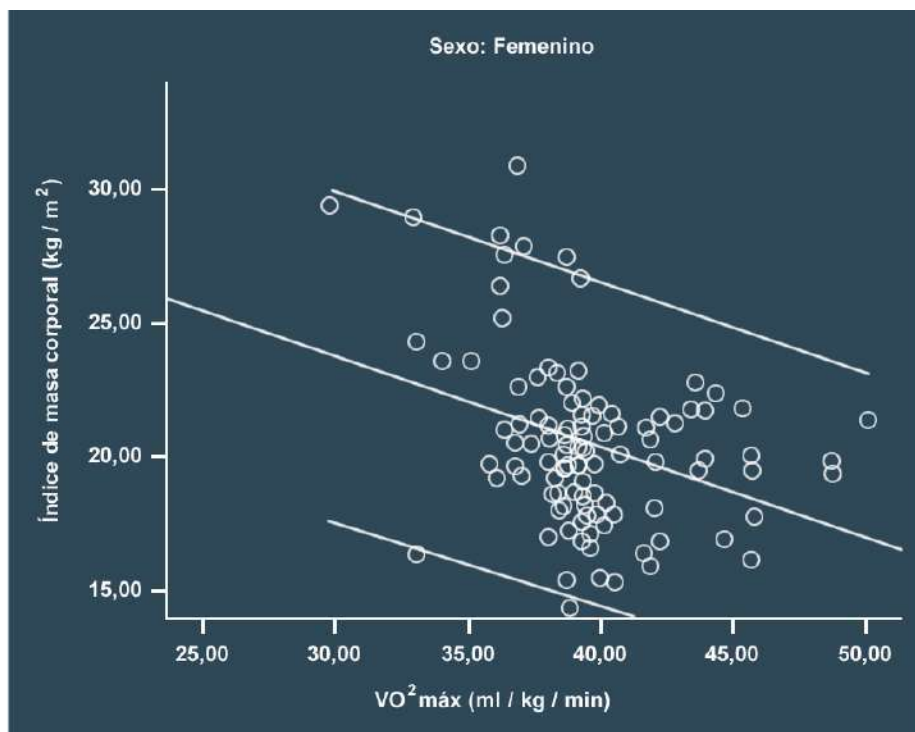


Figura 13. Dispersión de los datos para el IMC y el VO₂ máx Relativo, con recta de ajuste y 95% de confianza para los casos del sexo femenino

Se observa que a medida que el IMC disminuye aumenta el consumo de oxígeno relativo.

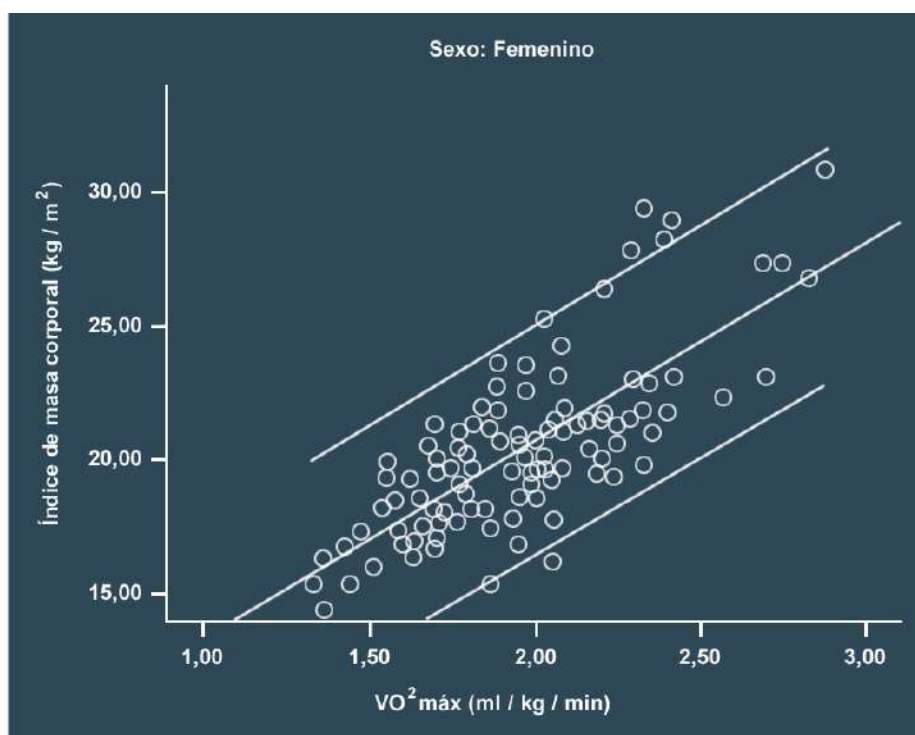


Figura 14. Dispersión de los datos para el IMC y el VO₂ máx absoluto, con recta de ajuste y 95% de confianza para los casos del sexo femenino

En medida que el IMC aumenta, se incrementa de manera proporcional el consumo de oxígeno absoluto.

Tabla 16. Comparación de medias de las variables del estudio con el promedio reportado en diversas investigaciones relacionadas

Variable	Grupo de comparación	Valor de la prueba	Autor (año)	Sig. Bilateral	Dif. entre las medias
IMC	Escolares de baja condición física, 7 a 17 años	21,9 Masc. 21,6 Fem.	Casajus (2006)	0,000 0,000	-1,58 -1,09
IMC	Escolares de alta condición física, 7 a 17 años	18,6 Masc. 17,9 Fem.		0,000 0,000	1,71 2,60
VO ² máx (Course Navette)	Escolares de baja condición física, 7 a 17 años	39,8 Masc. 35,5 Fem.		0,000 0,000	9,85 4,05
VO ² máx (Course Navette)	Escolares de alta condición física, 7 a 17 años	54,7 Masc. 49,7 Fem.		0,000 0,000	-5,04 -10,14
IMC	Escolares de 11 a 16 años	19,2 Masc. 20,1 Fem.	Padilla y Lozada (2012)	0,000 0,191	1,11 0,40
VO ² máx (PWC170)	Escolares de 11 a 16 años	51,4 Masc. 44,3 Fem.		0,000 0,000	-1,74 -4,74
IMC	Escolares de 11,46 años	21,0 Masc. 22,2 Fem.	Sánchez y Yuste (2007)	0,005 0,000	-0,68 -1,69
IMC	Varones escolares venezolanos	150 Masc.	Guerrero y Sánchez (2009)	0,004	0,71
Mts recorridos Test de Andersen	Escolares con edad promedio de 10,3	958 Masc. 902 Fem.	Aaland y Cols. (2014)	0,393 0,000	-10,16 -81,12
VO ² máx (Test de Andersen)		56,6 Masc. 50,5 Fem.		0,000 0,000	-6,94 -10,94

Discusión

En cuanto a las variables antropométricas básicas podemos decir que para el sexo masculino se presentan igualdad para las medias del peso y la estatura entre los 12 y 14 años, igualmente para el grupo entre 15 y 17 años, Es pensable que se asocie a los cambios propios de su maduración biológica individual, principalmente por la aparición del pico de crecimiento en peso aproximadamente a los 14 años de edad en dependencia del ritmo de maduración somática de cada sujeto. Por su parte Mata-Meneses, Moya-Sifontes, Córdova, & Bauce, (2007) Sex, Weight (W aunque con un grupo etario menor, estableció en su estudio que los individuos de sexo femenino presentan una mayor velocidad en el pico de crecimiento en peso que la población masculina; por ello el peso y la talla si bien es estable para todas agrupaciones de edades en el sexo femenino con elocuencia al carácter creciente forme al pico, pero presenta

diferencia al género contrario cuando se empieza a marcar el dimorfismo sexual y el perfil de madurador del sujeto. Pese a lo anterior en la población referenciada del estudio sexo femenino no se presentaron diferencias significativas para las medias del peso y la estatura entre las edades. Sin embargo, en el caso de la estatura se observa que para ambos sexos al aumentar la edad se observa mayor estatura, principalmente en grupo del sexo masculino, por cual podríamos inferir que presentan un ritmo normal de maduración en promedio para el grupo de sujetos evaluados en general.

Al realizar la comparación de medias del IMC; IMC equivalente adulto, metros recorridos, VO₂ relativo y VO₂ absoluto entre las edades para ambos sexos, solo se hallaron diferencias significativas entre el VO₂ máx Absoluto del sexo masculino, específicamente entre los sujetos de 12 y 13 años con los de 15, 16 y 17 años y los de 14 años con los de 16 y 17 años, lo cual podría estar asociado a la manifestación del pico de crecimiento en peso para las edades mayores.

Por otra parte, al comparar el IMC del grupo de estudio valores reportados en otros trabajos realizados con poblaciones similares existen diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a los estudios de (Casajús et al., 2006) siendo el IMC de los estudiantes del liceo bolivariano el Corozo menor que el de escolares de baja condición física y significativamente mayor al de escolares de alta condición física, del mismo modo al contrastar las medias con el estudio de (Sanchez-Campillo & Yuste, 2007), el IMC del grupo de la presente investigación se muestra significativamente menor que escolares y significativamente mayor que el grupo del estudio presentado por (Guerrero & Sánchez Jaeger, 2009) destacando que los trabajos anteriormente reseñados evaluaron a escolares con edades similares a los sujetos del presente estudio, mientras que al comparar los resultados del estudio con el trabajo de (Padilla & Lozada, 2012) realizado en un contexto geográfico similar, se evidencian diferencias significativas y mayores para el género masculino, sin embargo no se observan diferencias significativas para el sexo femenino ($p > 0,05$). Se debe recalcar que las comparaciones realizadas y reseñadas anteriormente se corresponden con poblaciones que se desenvuelven en un contexto exclusivamente urbano, lo cual podría explicar las diferencias halladas siendo el contexto del estudio predominantemente periurbano.

Cabe resaltar que el conocimiento del estado nutricional, aunque siendo agrupación de diversos índices de indicación como el caso del IMC, se aclara que al ser un índice general no describe las posibles fracciones de masa que consolidan a nivel de organismo aun individuo ocultando la realidad del mismo. Por su parte autores como Espinoza, (2004), sostienen que si bien la relación peso – talla es indispensable para una caracterización básica esta a su vez debe ser estrictamente relacionada con los valores estimados holísticamente de las fracciones musculares y lipídicas, para de esta manera tener realmente una primera aproximación al estado nutricional del individuo y generar la descripción del comportamiento nutricional alterado por las influencias del medio sobre el individuo; y “que el ritmo y sus alteración en la maduración

se manifiestan el sujeto no concluye en alcanzar su crecimiento a nivel orgánico participando en el deterioro de capacidades” (López-Blanco et al., 1991)

En cuanto a las variables asociadas a la aptitud cardiorrespiratoria, al comparar los resultados del presente estudio con el trabajo de Aadland, Terum, Mamen, Andersen, & Kare Resaland, (2014) thus indirect tests such as the Andersen test are required in many settings. The present study seeks to determine the reliability and validity of the Andersen test in 10-year-old children. Methods: A total of 118 10-year-old children (67 boys and 51 girls se hallaron diferencias significativas menores en los estudiantes del presente estudio, para los metros recorridos por los sujetos del sexo femenino en el test de Andersen, mientras que no se hallaron diferencias significativas para el sexo masculino al realizar la prueba t de comparación de medias para una muestra.

Por su parte al comparar los resultados del VO₂ máx. Obtenido en el presente estudio con Aadland et al., (2014) thus indirect tests such as the Andersen test are required in many settings. The present study seeks to determine the reliability and validity of the Andersen test in 10-year-old children. Methods: A total of 118 10-year-old children (67 boys and 51 girls se evidenció que la media de los estudiantes del liceo bolivariano el Corozo es significativamente menor que la media del estudio citando y destacando, que en ambos casos se aplicó el test de Anderseen para la estimación del VO₂ máx.

En este orden de ideas al realizar la comparación con estudios que aplicaron pruebas máximas, específicamente Course Navette, en poblaciones de grupos etarios similares nos encontramos diferencias significativas donde la media de los estudiantes del liceo bolivariano el Corozo son mayores respecto de estudiantes de baja condición física y la media del grupo es menor en comparación con estudiantes de alta condición física del estudio de Casajús et al., (2006).

Al realizar la comparación del VO₂ máx relativo estimado de los estudiantes del liceo bolivariano el Corozo con la media obtenida por los sujetos en el estudio de Padilla & Lozada, (2012), mediante la aplicación de una prueba indirecta sub-máxima se encontró que el grupo del presente estudio muestra valores significativamente menores que los estudiantes del trabajo citado.

En el presente estudio se evidencian correlaciones directas entre el IMC y el VO₂ máx absoluto, y correlaciones inversas entre el IMC y el VO₂ máx relativo para ambos sexos. Considerando que el aumento del IMC se relaciona con la mayor acumulación de tejido adiposo, los resultados del estudio se corresponden con lo señalado por Flynn et al., (2010) donde se indica que hay una asociación entre los altos valores de porcentaje de grasa y la baja aptitud cardiorrespiratoria de sujetos con edades entre los 10 y 14 años de edad. Por su parte Sanchez-Campillo & Yuste, (2007), al correlacionar el resultado del test aeróbico de Rufier se

encontraron con correlaciones positivas y significativas pero bajas ($r=0,20$), indicando que el IMC explica en un 4% el rendimiento aeróbico de los sujetos.

Del mismo modo a medida que incrementa el IMC se expresa un aumento de la cantidad de kg por metro cuadrado de cada sujeto, por lo tanto se explica la relación positiva entre el IMC y el VO₂ máx. absoluto siendo que un sujeto que posea mayor masa corporal debe exigir de mayor manera a su organismo y por ende consumir más oxígeno para llevar a cabo la actividad física aeróbica en un tiempo determinado, por lo tanto se ve disminuido su consumo relativo por kg de peso corporal, y en consecuencia su capacidad cardiorrespiratoria, siendo que a mayor peso debe utilizar más oxígeno, resultando evidente la relación que existe entre el estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria para esta población.

Conclusiones

Se observan 2 grandes grupos sin diferencias significativas internas, en cuanto a la estatura y el peso promedio, un grupo de 12 a 14 años y otro de 15 a 17 años para el sexo masculino, mientras que para el sexo femenino no se hayo evidencia estadística de diferencia para las medias de estas variables antropométricas básicas.

El IMC del grupo masculino se presenta mayor mientras el grupo etario sea mayor, mientras que el sexo femenino se observa estabilidad entre las edades, a pesar de que para ambos sexos no se hayo evidencia de diferencia significativa para esta variable del estado nutricional. Por lo tanto, se puede concluir que el estado nutricional de los grupos por género es similar internamente.

Se demuestra que en el sexo masculino para el consumo de oxígeno absoluto existen 2 grandes grupos atareos, uno de 12 a 14 años y otro de 15 a 17 años. Mientras que para el VO₂ máx relativo masculino y femenino y VO₂ máx absoluto femenino se presenta igualdad estadística en sus valores.

La aptitud cardiorrespiratoria de los estudiantes del Liceo Bolivariano El Corozo, se observó significativamente menor que otros grupos de poblaciones,

Existe una correlación directa entre el IMC y el VO₂ máx absoluto, así mismo se halló una relación inversa entre el IMC y el VO₂ máx relativo, por lo tanto, se demuestra la relación estado nutricional y la aptitud cardiorrespiratoria en esta población.

A medida que el estado nutricional se ve afectado por exceso de peso, disminuye la aptitud cardiorrespiratoria de los estudiantes del Liceo Bolivariano el Corozo.

Referencias

- Aadland, E., Terum, T., Mamen, A., Andersen, L. B., & Kåre Resaland, G. (2014). The Andersen aerobic fitness test: Reliability and validity in 10-year-old children. *PLoS ONE*, 9(10), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110492>
- Andersen, L. B., Andersen, T. E., Andersen, E., & Anderssen, S. A. (2008). An intermittent running test to estimate maximal oxygen uptake: The Andersen test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 434–437.
- Campos Jara, C., Delgado Floody, P., Caamaño Navarrete, F., Guzmán Guzmán, I., Cresp Barría, M., Jerez Mayorga, D., ... Osorio Poblete, A. (2016). Alteraciones en el rendimiento físico de escolares: Los Test Cafra y Navette y su asociación con la obesidad y riesgo cardiometabólico. *Nutricion Hospitalaria*, 33(4), 808–813. <https://doi.org/10.20960/nh.374>
- Casajús, J. A., Leiva, M. T., Ferrando, J. A., Moreno, L., Aragonés, M. T., & Ara, I. (2006). Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes. *Apunts Medicina de l'Esport*, 41(149), 7–14. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(06\)70002-0](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(06)70002-0)
- Cigarroa, I., Sarqui, C., Palma, D., Figueroa, N., Castillo, M., Zapata-Lamana, R., & Escorihuela, R. (2017). Estado nutricional, condición física, rendimiento escolar, nivel de ansiedad y hábitos de salud en estudiantes de primaria de la provincia del bio bío (Chile): estudio transversal. *Revista Chilena de Nutricion*, 44(3), 209–217. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182017000300209>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320(7244), 1240–1240. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
- Educación, M. del poder popular para la. (2007). *Curriculo Nacional Bolivariano: Diseño curricular del sistema educativo bolivariano*.
- Espinoza, I. (2004). Guía práctica para la evaluación antropométrica del crecimiento, maduración y estado nutricional del niño y adolescente. *Arch. venez. pueric. pediatr.*
- Flynn, J. I., Coe, D. P., Pivarnik, J. M. ., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Marina, R. M. (2010). The association of maturation, body composition, physical activity, and gender with aerobic fitness in middle school youth, 5.
- Guerrero, A., & Sánchez Jaeger, A. (2009). *Anales venezolanos de nutrición. Índice de masa corporal según grado de desarrollo puberal en varones venezolanos* (Vol. 22). Fundación Bengoa.
- Initiatives, D. (2018). *2018 Global Nutrition Report: Shining a light to spur action on nutrition*. Bristol, UK: Development Initiatives. <https://doi.org/10.2499/9780896295643>
- López-Blanco, M. (2018). Variabilidad del crecimiento y la maduración física en Venezuela

entre 1939 y 2016. *Anales venezolanos de nutrición*, 31(1), 27–36.

López-Blanco, M., Macias-Tomei, C., Izaguirre-Espinoza, I., Landaeta-Jiménez, M., & Lanes, R. (1991). Crecimiento y Maduración: orientación diagnóstica. En *Manual de crecimiento y Desarrollo. SVPP. Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia*. (pp. 112–135). Caracas: FUNDACREDESA.

Mata-Meneses, E., Moya-Sifontes, M. Z., Córdova, M., & Bauce, G. (2007). Estudio longitudinal de las variables antropométricas de dimensión y composición corporal en escolares de educación básica. Caracas-Venezuela. *Nutricion Hospitalaria*, 22(4), 478–486.

Mora, J. I., Hernández-Mosqueira, C., Palma, F. H., Pavez-Adasme, G., & Martínez-Salazar, C. (2017). Estado Nutricional y Desempeño Físico de una muestra de escolares de 14 y 15 años de la ciudad de Chillán, Chile. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 21(3), 248–255. <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.3.363>

O'Connor, R. (2009). herramienta childcalc.xls para estimar IMC. Recuperado de <http://www.healthforallchildren.com/parents-page/bmi/>

Otero, J., Camacho, P. A., & Fornasini, M. (2018). Reevaluando la nutrición como factor de riesgo para las enfermedades cardio-metabólicas. *Colombia Médica*, 49(2), 175–181. <https://doi.org/10.25100/cm.v49i2.3840>

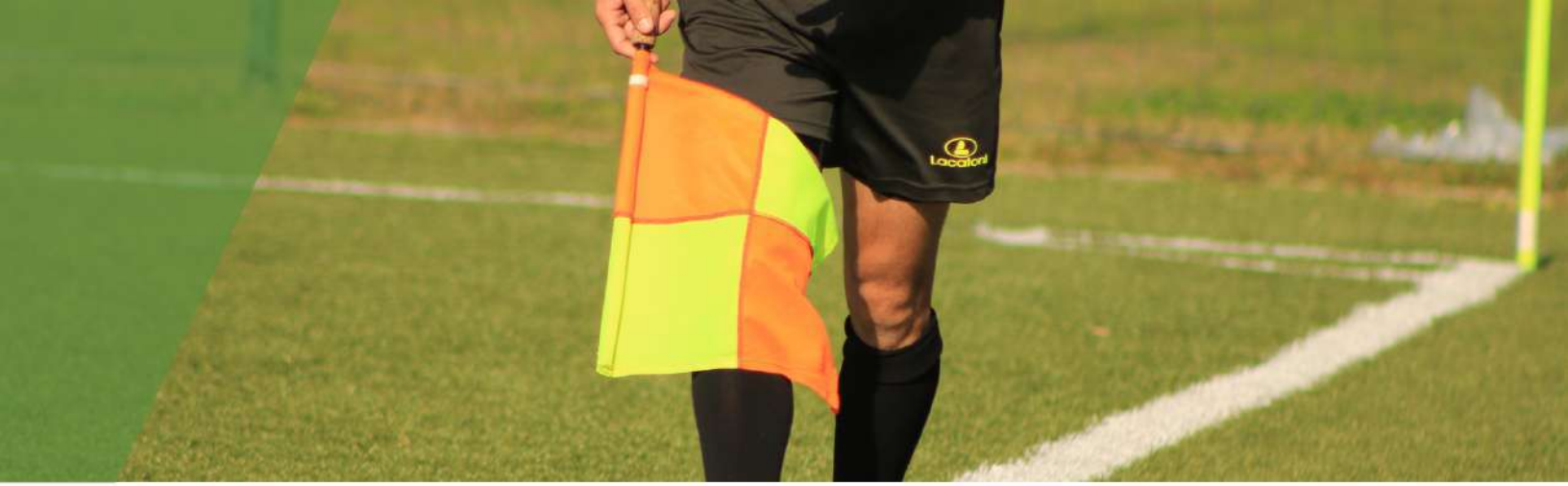
Padilla, J., & Lozada-Medina, J. L. (2012). Análisis Comparativo de la Condición Física Aeróbica en Función de la Maduración Somática en Estudiantes de un Liceo Bolivariano del estado Barinas, Venezuela. *Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias VOL*, 4(1), 2–28.

Quetelet, A. (1835). Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou Essai de physique sociale / par A. Quételet, ...

Ramos Parracá, C. A., Palomino Devia, E. C., & Rodríguez Arias, N. (2017). Aptitud cardiorrespiratoria y adiposidad frente al nivel de actividad física. *Educación Física y Ciencia*, 19(1), 020. <https://doi.org/10.24215/23142561e020>

Sanchez-Campillo, N., & Yuste, J. L. (2007). Índice de masa corporal (IMC), condición cardiorrespiratoria e implicación del alumno de sexto de primaria en una clase de educación física., (Imc), 599–627.

World health organization. (2019). *World health statistics overview 2019*.



Análisis de la composición corporal y del somatotipo de árbitros de fútbol de categoría nacional de Colombia

CAPÍTULO VII



Brian Johan Bustos Viviecas*



Javier Yanci Irigoyen**



Andrés Alonso Acevedo Mindiola***



Rafael Enrique Lozano Zapata****



Resumen

Es innegable el importante rol que el árbitro desempeña en cada encuentro de fútbol (Ruiz et al., 2011), sin embargo es evidente que se ha establecido como parte importante de las ciencias aplicadas del deporte el valorar las características morfológicas con el rendimiento en la práctica deportiva (Bustos, Lozano, Duran y Acevedo, 2017), por lo que existe la necesidad de un adecuado biotipo en árbitros para obtener el mejor desempeño en el partido, por otra parte, las investigaciones enfocadas en árbitros colombianos se han desarrollado en Pereira (Giraldo y Armando, 2010), Valle del Cauca (Palma, 2014) y Boyacá (Mariño et al., 2016) pero no específicamente en Norte de Santander. En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue determinar la composición corporal y el somatotipo de árbitros federados de fútbol de Norte de Santander, Colombia y analizar las diferencias en el perfil antropométrico de árbitros centrales y asistentes. Se realizó un estudio cuantitativo de tipo descriptivo y una muestra a conveniencia conformada por 30 árbitros de tercera división de la Corporación de Árbitros de Norte de Santander. Para determinar la composición corporal se aplicó el protocolo del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) infiriendo principalmente en el porcentaje de grasa y el muscular, y para el somatotipo se utilizó el método de Heath-Carter. Por otra parte, el análisis estadístico se realizó en el programa Microsoft Excel 2007, así mismo para generar la gráfica de la somatocarta se utilizó una plantilla realizada en este mismo software. Después de analizar los resultados se encontró una grasa corporal promedio de $11,38 \pm 2,05\%$ y una masa muscular de $26,21 \pm 3,34\%$, el somatotipo promedio fue ectomorfo balanceado (2,96-3,07-3,38). Por consiguiente, se concluye teniendo en cuenta otras investigaciones que los árbitros de este estudio presentan una composición corporal y somatotipo no relacionado para la labor desempeñada, limitando el rendimiento físico.

Palabras clave

árbitro, antropometría, fútbol

*Mg (f) en Actividad Física y Entrenamiento Deportivo (Universidad Montrer, México). Especialista (f) en Métodos y Técnicas de Investigación (Fundación Universitaria Claretiana, Colombia). Miembro del Observatorio de Investigación de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UNELLEZ, Venezuela). bbustos@unimontrer.edu.mx

**PhD. En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

***Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes. Facultad de Educación. Universidad de Pamplona

**** PhD. En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Docente de planta del Departamento de Educación Física, Recreación y Deportes. Universidad de Pamplona

Abstract

The important role that the referee plays in every soccer match is undeniable (Ruiz et al., 2011), however it is evident that it has been established as an important part of the applied sports sciences to value the morphological characteristics with the performance in the sport practice (Bustos, Lozano, Duran and Acevedo, 2017), so there is a need for an adequate biotype in referees to obtain the best performance in the match, on the other hand, the investigations focused on Colombian referees have been developed in Pereira (Giraldo and Armando, 2010), Valley of Cauca (Palma, 2014) and Boyacá (Mariño et al., 2016) but not specifically in North of Santander. Consequently, the objective of this investigation was to determine the body composition and the Somatotype of federated soccer referees of North of Santander, Colombia and analyze the differences in the anthropometric profile of central referees and assistants. A quantitative descriptive study and a sample of convenience was carried out, consisting of 30 referees from the third division of the Referees Corporation of North of Santander. To determine the body composition the protocol of the Spanish Group of Kineanthropometry (GREC) was applied mainly inferring in the fat percentage and the muscle, and for Somatotype the method of Heath-Carter was used. Moreover, the statistical analysis was carried out in the program Microsoft Excel 2007, as well as for general the graph of the somatochart was used a template made in this same software. After analysing the results, an average body fat of $11,38 \pm 2,05\%$ was found and a muscle mass of $26,21 \pm 3,34\%$, the average somatotype was balanced ectomorphs (2,96-3,07-3,38). Therefore, it is concluded taking into account other investigations that the referees of this study present a body composition and somatotype not related to the role performed, limiting the physical performance.

Keywords

referee, anthropometry, soccer

Cita sugerida

Bustos, B., Yanci, J., Acevedo, A., & Lozano, R. (2019). Análisis de la composición corporal y del somatotipo de árbitros de fútbol de categoría nacional de Colombia. En J. Lozada & J. Padilla (Ed.), *Deporte y actividad física: miradas de la investigación aplicada* (pp. 138-155). Venezuela: FEDUEZ. Editorial

Introducción



Actualmente una de las disciplinas deportivas más practicadas en el mundo es el fútbol (Fuke, Pupo y Matheus, 2009) lo practican hombres, mujeres y niños, en todas las edades y a todo nivel competitivo (León, Sánchez y Ramírez, 2011), en donde no tan solo la actuación de los involucrados directos “jugadores” en el espectáculo cobra vital relevancia, sino que además el equipo de árbitros (Fernández, Da Silva y Arruda, 2008) quienes son los responsables directos de la aplicación de las reglas de juego. Este desempeña el rol fundamental de juzgar y tomar decisiones en pocos instantes de tiempo, controlando de esta manera el comportamiento de los jugadores dentro del terreno de juego (Sous, Ruiz y Brito, 2010; Castillo, Cámara y Yanci, 2016).

Durante un partido de fútbol el árbitro tiene un nivel de exigencia física, psicológica y morfológica. En vista de ello, debe presentar una buena forma deportiva para afrontar con éxito dicha labor y lograr el máximo rendimiento deportivo (Fernández, Da Silva y Arruda, 2008). Cabe destacar que durante el juego los árbitros deben estar siempre cerca de la jugada para así obtener un panorama visual amplio de las acciones de juego, disminuyendo con ello la posibilidad de error en las diferentes manifestaciones que se pueden presentar (Alcocer, 2009).

Así mismo se ha demostrado que una mejor condición física y composición corporal del árbitro le permitirá seguir el ritmo de juego con el fin de estar lo más cerca posible de la jugada para tomar decisiones más acertadas durante el partido con éxito (Mallo, Frutos, Juárez, y Navarro, 2012). El árbitro central se desplaza en cualquier sentido y cualquier punto del terreno de juego, pero sin estorbar las acciones de juego, este es auxiliado por dos árbitros asistentes de juego que lo ayudan a dirigir el partido conforme a las reglas y a diferencia del árbitro central estos solo realizan recorridos por las bandas (Alcocer, 2009).

El fútbol corresponde a un deporte de resistencia en el cual los jugadores realizan actividades de diversa intensidad sobre un partido de 90 minutos (Da Silva et al., 2011). De hecho puede reconocerse como un deporte físicamente muy agotador por cualquier profesional de las ciencias de la actividad física y el deporte (Fernández, da Silva y Arruda, 2008). Cabe mencionar que en este deporte el árbitro cumple una función vital en cada encuentro (Ruiz et al., 2011), en vista de que debe lograr mantenerse un posicionamiento óptimo en la toma de decisiones durante todo el momento del juego (Weston et al., 2012), por ende ha sido objeto de numerosos estudios con diferentes enfoques (Reilly y Gregson, 2006).

En ese sentido para lograr un desempeño óptimo en la toma de decisiones es necesario que el árbitro cuente con un buen rendimiento físico (Fernández, da Silva y Arruda, 2008; Mazaheri, Halabchi, Barghi & Mansournia, 2016), debido a que para aplicar las reglas del juego durante el fútbol competitivo y poder controlar el comportamiento de los jugadores (Abass et al.,

2011) es vital que aquellas condiciones de juego impuestas por los jugadores este sea capaz de sobrellevarlas (Yanci et al., 2014). En consecuencia el árbitro para llevar a cabo su función de forma eficiente a las exigencias del arbitraje profesional y no profesional debe presentar unas características específicas que le permitan desempeñarse óptimamente en cada partido.

Como es evidente cada deporte presenta unas exigencias físicas y morfológicas específicas de modo que resulta importante establecer aquellas variables que mayor relación tienen con el rendimiento deportivo y con ello aplicar estrategias que permitan alcanzar valores óptimos. Por tal motivo, el estudio de las características morfológicas del cuerpo humano y su relación con la práctica deportiva, se ha establecido como una parte fundamental para las ciencias aplicadas a la actividad física y el deporte (Bustos-Viviescas, Lozano, Duran y Acevedo-Mindiola, 2017). En la literatura científica se sugiere que es necesario conocer el perfil antropométrico del atleta para establecer programas específicos de entrenamiento (Cuchiario, 2000).

La composición corporal es uno de los factores que contribuyen al rendimiento óptimo del esfuerzo de un deportista (Grigoryan, 2011). No obstante, una inadecuada composición corporal también afecta el rendimiento de los árbitros, en el cual los niveles de grasa corporal en los árbitros de elite es fundamental evaluar con la finalidad de conocer si se encuentra en los estándares requeridos para arbitrar (Casajús et al., 2016). Un exceso de grasa corporal representa una carga inerte fuertemente asociada a bajos niveles de aptitud física (Wang et al., 2010).

En ese contexto, los árbitros deben ser evaluados trimestralmente con la finalidad de acreditar un nivel de aptitud física adecuado que les permita superar las pruebas físicas que se implementan y mantener un perfil antropométrico acorde a las demandas físicas que requiere el arbitraje (Castillo, Cámara y Yanci, 2019). Por consiguiente, el componente antropométrico debe ser tenido en cuenta para la preparación física del árbitro, debido a que un exceso de masa grasa o un somatotipo no correspondiente para la necesidad de esta labor puede influir de manera negativa en la capacidad de desplazamiento del árbitro en el terreno de juego, induciendo a una respuesta lenta frente a un estímulo (Palma, 2014).

Por otra parte, Casajús et al. (2016) expone que la literatura disponible con respecto a la composición corporal de los árbitros de **élite** es escasa y prácticamente inexistente. Entre las limitadas investigaciones se destaca en la comparación de árbitros brasileños por la función (central o asistente) (Da Silva et al., 2007), por rangos de edad y por categorías nacional o regional (Da Silva et al., 2011), por función, categoría y grupos de edad (Casajús et al., 2014), realizando un análisis de seguimiento durante un año por categoría (primera o segunda división) y función (central o asistente) (Casajús et al., 2016) y compararon perfil morfológico de árbitros de fútbol de elite de Brasil y Uruguay (Da Silva et al., 2012), mientras que Alcocer (2009) desarrollo una comparación entre el perfil antropométrico y el rendimiento en competencia de árbitros mexicanos de primera división por función.

A partir de los estudios enunciados anteriormente se ha logrado identificar que existen diferencias significativas entre la masa muscular, la mesomorfia y ectomorfia entre centrales y asistentes (Alcocer, 2009). De igual forma los árbitros de primera y segunda división B presentaron valores más saludables de grasa corporal con respecto a los asistentes de primera y segunda división (Casajús et al., 2014). Así mismo, los asistentes de primera división obtuvieron una grasa corporal más alta en todas las evaluaciones (Casajús et al., 2016), sin embargo poco se conoce sobre si estas diferencias son significativas en árbitros centrales y asistentes no profesionales.

Por tal motivo, teniendo la poca información disponible con respecto a parámetros antropométricos en árbitros centrales (AC) y asistentes (AA) no profesionales se planteó como objetivos de esta investigación: 1) conocer las características antropométricas y composición corporal en árbitros de fútbol no profesionales y 2) analizar si existen diferencias entre AC y AA.

Métodos

Participantes

En el presente estudio participaron treinta árbitros (18 AC y 12 AA) de la tercera división colombiana, pertenecientes a la Corporación de Árbitros de Fútbol de Norte de Santander (COARNOS, Colombia). Los criterios de inclusión fueron que los árbitros estuviesen en activo en la corporación de árbitros y que oficiaran los partidos en la tercera división, mientras que para ser excluidos del estudio se consideró aquellos que presentaran alguna patología y/o lesión músculo-esquelética, cardiovascular o metabólica en el momento de realizar la investigación. Todos los participantes fueron informados del objetivo del estudio y las pruebas a realizar, y firmaron un consentimiento informado por escrito. El estudio se realizó siguiendo las pautas establecidas en la Declaración de Helsinki (2013) y los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio (Harriss y Atkinson, 2013).

Procedimientos

La presente investigación, de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo, fue conformada por una muestra de conveniencia. Las mediciones antropométricas se realizaron en el laboratorio de fisiología deportiva de la Universidad de Pamplona ubicado en la Sede de Villa del Rosario (Colombia). En el momento de la toma de datos, los árbitros participantes se encontraban en una etapa de transición (no competitiva). La toma de datos se realizó de forma céfalo-caudal empezando por recolectar los pliegues cutáneos y posteriormente diámetros óseos y perímetros musculares.

Se les indicó que no debían consumir ningún tipo de bebida alcohólica por lo menos 48 horas antes de la valoración, no consumir alimentos 4 h antes de las mediciones y realizar un vaciado urinario.

En primer lugar, se midió la masa y la talla mediante una Báscula (TANITA BC-730, Bogotá, Colombia) y un tallímetro de pared (Seca 206, Bogotá, Colombia). A partir de estas dos variables se determinó el índice de masa corporal (IMC) a través de la siguiente ecuación: $IMC (kg/m^2) = masa\ corporal (kg) / talla (m^2)$.

Para recolectar las mediciones se utilizó la técnica recomendada por la ISAK para el marcaje y la medición de los puntos antropométricos (Norton y Olds, 1996). La antropometría aplicada fue restringida empleando el plicómetro Slim Guide (precisión 0,5 mm) para medir pliegues cutáneos, cinta antropométrica Seca 201 (precisión 1 mm) para los perímetros musculares y el paquímetro Holtain (precisión 1 mm) para los diámetros óseos.

Los pliegues cutáneos valorados fueron: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial, así mismo se realizó la sumatoria de estos pliegues.

Los perímetros evaluados correspondieron a: Brazo relajado, brazo contraído, muslo medio y pierna.

Los diámetros óseos valorados fueron: Muñeca, humero, fémur y tobillo.

Composición corporal

Para determinar la composición corporal de los árbitros participantes del estudio, se aplicó el protocolo establecido por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) (Esparza, 1993) y teniendo en cuenta el documento de consenso desarrollado por el mismo grupo (GREC, 2009).

Posteriormente y con los datos obtenidos, se estimó la masa ósea mediante el método propuesto por Rocha (1975), la masa muscular mediante la fórmula de Lee et al. (2000), la masa grasa y el porcentaje graso mediante la ecuación de Faulkner (1968) y la masa residual a partir de la resta de la masa ósea, la masa grasa y la masa muscular en porcentaje (%) (GREC 2009) es decir:

$$Masa\ residual\ (\%) = 100 - (Masa\ grasa + Masa\ muscular + Masa\ ósea)$$

A continuación, se pueden observar las ecuaciones empleadas:

$$\% \text{ Masa Grasa} = 0,153 * (PI \text{ Tri} + PI \text{ Sub} + PI \text{ Sesp} + PI \text{ Abd}) + 5,783$$

Donde PI Tri: Pliegue del tríceps en mm; PI Sub: Pliegue subescapular en mm; PI Sesp: Pliegue supraespinal en mm; PI Abd: Pliegue abdominal en mm.

$$\text{Masa Grasa (kg)} = \text{masa corporal total (kg)} * \text{masa grasa (\%)}$$

$$\text{Masa Ósea (kg)} = 3,02 * [\text{Talla}^2 * DM * DF * 400]^{0,712}$$

Donde la talla se mide en metros; DM: Diámetro de la muñeca en metros; DF: Diámetro del fémur en metros.

$$\text{Masa Muscular Esquelética (kg)} = \text{Talla} * (0,00744 * PBC^2 + 0,00088 * PMC^2 + 0,00441 * PGC^2) + (2,4 * \text{Sexo}) - 0,048 * (E) + \text{Etnia} + 7,8$$

Donde PBC: Perímetro brazo corregido = Perímetro brazo relajado - (3,1416*(Pliegue tríceps/10)); PMC: Perímetro muslo corregido = Perímetro del Muslo - (3,1416*(Pliegue muslo ant/10)); PGC: Perímetro gemelar corregido = Perímetro gemelar - (3,1416*(PI Pierna Medial/10)); Sexo: Mujeres=0; hombres =1; E: Edad en años; Etnia: “-2”: asiáticos; “1.1”: afro-americanos; “0”: caucásicos e hispánico; Talla en metros; Perímetros en cm; Pliegues en mm.

$$\text{Masa Residual (\%)} = 100 - (MG + MO + MME)$$

Donde MG: Masa grasa en porcentaje; MO: Masa osea en porcentaje; MME: Masa Muscular esquelética.

Somatotipo

El somatotipo de los árbitros participantes en este estudio se determinó utilizando el método propuesto por Heath-Carter (1967, 1990), obteniéndose el valor de los tres componentes: endomórfico, mesomórfico y ectomórfico. También se utilizó la escala de clasificación de los tres componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) y sus características atendiendo a las especificaciones de Norton y Olds (1996) para categorizar los participantes atendiendo a los componentes de adiposidad relativa, robustez o prevalencia músculo-

esquelética y linealidad.

Las ecuaciones empleadas para determinar los componentes endomorfo (I), mesomorfo (II) y ectomorfo (III) fueron las siguientes:

$$I = -0,07182 + (0,1451 * (\Sigma PC)) + (0,000068 * (\Sigma PC)^2) + (0,0000014 * (\Sigma PC)^3)$$

Dónde: ΣPC = Suma de los pliegues cutáneos del tríceps, subescapular y supraespinal.

$$II = (0,858 * dbch) + (0,601 * dbcf) + (0,188 * pbc) + (0,161 * ppc) - (h * 0,1341) + 4,50$$

Dónde: dbch = Diámetro bicondíleo del húmero; dbcf = Diámetro bicondíleo del fémur; pbc = perímetro del bíceps corregida; ppc = perímetro de la pantorrilla corregida; h = Estatura del sujeto en cm.

$$III = 0,732 * IP - 28,58; \text{ si el IP es mayor o igual a } 40,75$$

$$III = 0,463 * IP - 17,63; \text{ si el IP es menor a } 40,75 \text{ y mayor de } 38,25$$

$$III = 0,1; \text{ si el IP es igual o menor a } 38,25$$

Dónde: IP: es el índice Ponderal $IP = (Talla / masa) * 0,333$

Análisis de datos

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). Las diferencias entre AA y AC en cada una de las variables analizadas se calcularon mediante una prueba T de muestras independiente. Además, se calculó la diferencia en porcentaje (Dif. %) entre medias con la fórmula: $Dif. \% = (media AC - media AA) * 100 / media AA$. Para analizar las diferencias a efectos prácticos se calculó el tamaño del efecto (TE) (Cohen, 1988). TE menores a 0,2, entre 0,2-0,5, entre 0,5 - 0,8 o mayores de 0,8 fueron considerados triviales, bajos, moderados o altos, respectivamente. El análisis de los datos se realizó mediante el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (versión 20.0 para Windows, SPSS® Inc, Chicago, IL, EEUU). La significatividad estadística fue de $p < 0,05$.

Resultados

En la Tabla 1 se exponen las características generales (edad, masa, talla, IMC y años de experiencia en la categoría) del total de los participantes del estudio, así como divididos en los grupos de AA y AC en el cual se evidencia una diferencia baja en la masa corporal y el índice de masa corporal, así mismo una diferencia moderada entre los años de experiencia.

Tabla 1. Características generales de los árbitros participantes en el estudio

	Edad (años)	Masa (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m ²)	Años experiencia
Todos	22,60±3,25	67,03±8,17	1,77±0,05	21,44±2,43	5,71±1,22
AA (12)	23,00±3,53	64,67±6,60	1,77±0,04	20,76±2,55	2,38±1,24
AC (18)	22,67±3,16	68,61±8,91	1,77±0,07	21,89±2,31	3,54±2,16
Dif. (%)	-1,43	6,09	0,00	5,46	48,73
TE	-0,09	0,50	0,00	0,46	0,68

AA: Árbitros asistentes; AC: Árbitros centrales; IMC: Índice de masa corporal; TE: Tamaño de efecto

Los resultados obtenidos por todos los árbitros participantes en el estudio así como por los AA y AC en los pliegues cutáneos, perímetros y diámetros corporales se presentan en la Tabla 2. Los pliegues cutáneos presentaron diferencias bajas, mientras que los perímetros musculares obtuvieron diferencias altas, y diámetros óseos con diferencia altas en muñeca.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las mediciones antropométricas con los árbitros participantes en el estudio y en AA y AC

Medidas	Centrales (n = 18)		Asistentes (n = 12)		TE
	X	DE	X	DE	
Pliegues cutáneos (mm)					
Tríceps	14,33	4,39	12,58	4,40	0,40
Subescapular	17,63	5,39	15,67	3,45	0,44
Supraespinal	16,33	5,66	13,92	3,99	0,50
Abdominal	20,06	6,97	21,00	6,98	-0,05
Muslo anterior	15,84	5,15	15,58	4,54	0,05
Pierna medial	13,89	5,10	12,58	3,34	0,31
Sumatoria de pliegues	98,61	27,27	91,33	22,17	0,29
Perímetros musculares (cm)					
Brazo relajado	27,75	1,90	24,92	1,68	1,58
Brazo contraído	30,54	2,08	27,55	1,79	1,54
Muslo medio	51,84	5,40	45,38	10,06	0,83
Pierna	36,28	2,33	34,48	2,07	0,81
Diámetros óseos (cm)					
Muñeca	5,44	0,28	4,51	1,83	0,88
Húmero	6,39	0,41	6,22	0,58	0,34
Fémur	9,21	0,54	9,18	0,39	0,06
Maléolo	6,35	0,44	6,42	0,64	-0,12

En la Tabla 3 se exponen los resultados de la composición corporal en valores absolutos (kg) y en valores relativos (%) del total de árbitros de fútbol participantes en el estudio, así como de los AA y de los AC., en los componentes de la composición corporal solamente se obtuvo diferencias significativas en el porcentaje óseo ($p < 0,05$, Dif. % = -8,27, TE = -0,79, moderado).

Tabla 3. Composición corporal de los árbitros participantes en el estudio y de los AA y AC

	AA (n=12)	AC (n=18)	Dif. (%)	TE
Masa grasa (kg)	7,22±1,85	7,98±2,13	10,52	0,38
Masa muscular (kg)	18,18±3,10	18,58±2,35	2,20	0,15
Masa residual (kg)	27,47±4,57	31,06±5,38	13,06	0,72
Masa ósea (kg)	11,23±0,73	10,99±1,19	-2,13	-0,25
Porcentaje grasa (%)	11,15±1,85	11,54±2,21	3,49	0,19
Porcentaje muscular (%)	26,11±3,48	26,27±3,34	0,61	0,04
Porcentaje residual (%)	45,22±3,63	46,12±4,14	1,99	0,23
Porcentaje óseo (%)	17,52±2,08	16,07±1,57	-8,27*	-0,79

En la Tabla 4 se muestran los valores del somatotipo y los resultados en cada uno de los ejes X e Y. Los AC presentaron un somatotipo Central y los AA obtuvieron un somatotipo Ectomorfo balanceado, así mismo, se puede observar el somatotipo promedio de los AC (Figura 1) y AA (Figura 2)

Tabla 4. Somatotipo de los árbitros participantes en el estudio y de los AA y AC

Árbitros de 3ra división	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia	Eje X	Eje Y
Todos	2,96±0,90	3,07±1,09	3,38±1,36	0,42±2,00	-0,21±2,98
AA	2,74±0,73	2,95±1,25	3,74±1,54	1,00±2,10	-0,58±3,54
AC	3,11±0,98	3,15±1,00	3,15±1,21	0,04±1,88	0,04±2,64
Dif. (%)	13,50	6,77	-15,77	-96	-106
TE	0,31	0,17	-0,43	-0,48	0,20

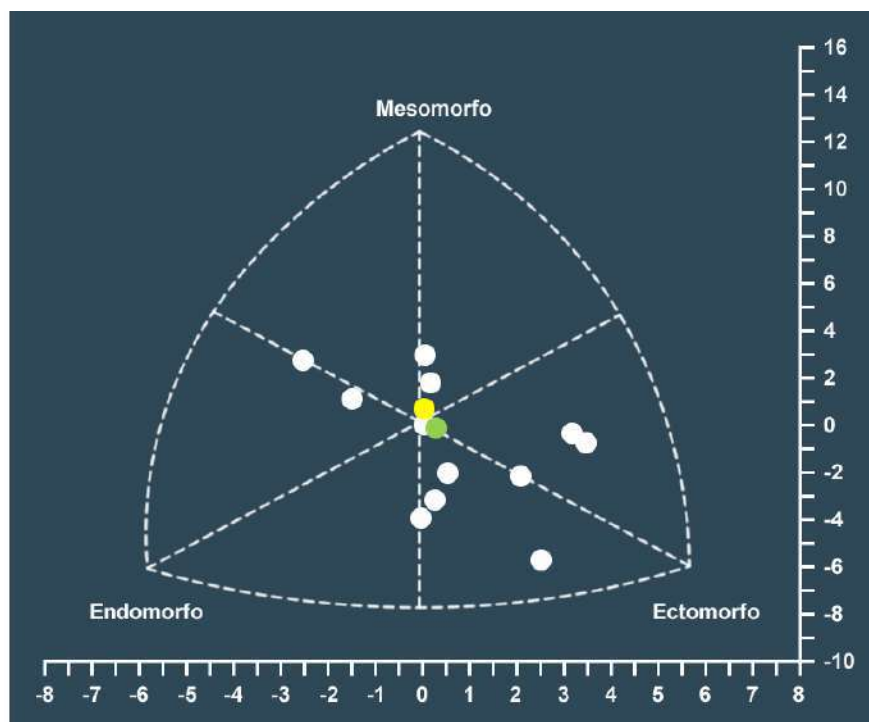


Figura 1. Distribución en la somatocarta del somatotipo de los árbitros centrales y en color verde el somatotipo promedio

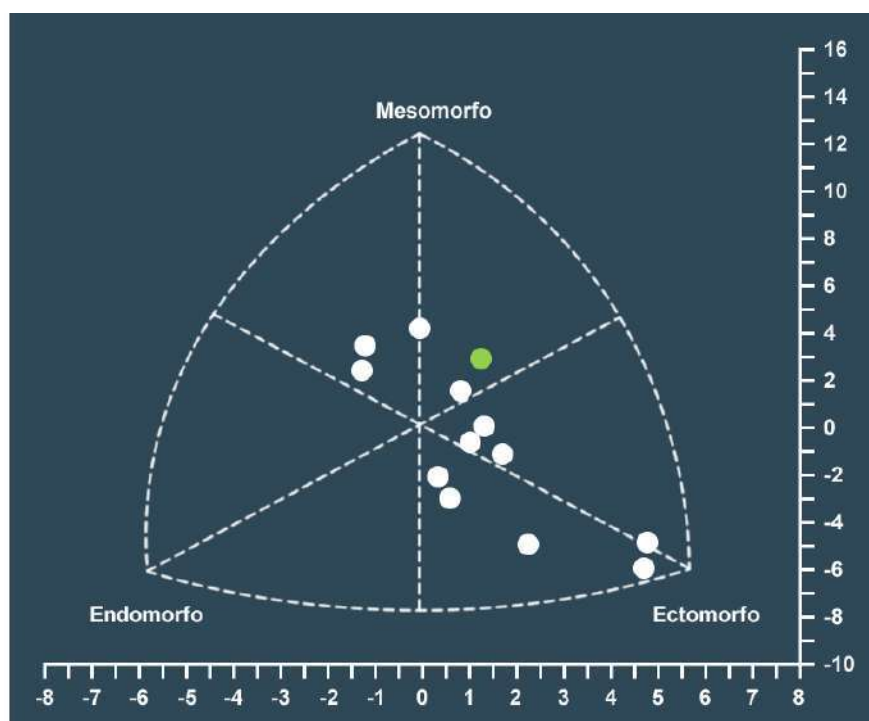


Figura 2. Distribución en la somatocarta del somatotipo de los árbitros asistentes y en color verde el somatotipo promedio

Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición corporal y el somatotipo de árbitros federados de fútbol de Norte de Santander. Entre los principales hallazgos de esta investigación se encontró en los árbitros un porcentaje grasa corporal promedio de $11,38 \pm 2,05\%$ y de masa muscular $26,21 \pm 3,34\%$, el somatotipo promedio fue ectomorfo balanceado (2,96-3,07-3,38). Cabe mencionar que la mayor acumulación de grasa en árbitros profesionales puede ser una limitante del rendimiento físico durante el partido, lo cual puede ser controlada a través de programas de alimentos y entrenamiento físico (Da Silva, 2005; Fernández, Da Silva y Arruda, 2008).

En el campo de las ciencias de la actividad física y el deporte, es fundamental la evaluación deportiva con el fin de obtener un diagnóstico y conocer la forma deportiva. Entre las diferentes evaluaciones que se pueden realizar con un sujeto se encuentra la antropometría, por medio de la cual se determina la estructura corporal de un sujeto (Palma, 2014). Además, es una herramienta muy utilizada para la caracterización corporal del deportista con respecto a la disciplina deportiva, la cual depende de los factores de composición corporal y somatotipo. Las variables antes mencionadas tienen influencia en el éxito del arbitraje (Alcocer, 2009).

En un estudio realizado por Da Silva, Santos y Cabrera (2012), llevaron a cabo una investigación con árbitros de fútbol de Brasil y Uruguay con el fin de comparar la composición corporal y el somatotipo, en donde la muestra fue compuesta por 27 árbitros brasileños pertenecientes a la Federación Paranaense de Fútbol (FPF) registrados por la Confederación Brasileña de Fútbol (CBF) que presentaban una edad promedio de $37,6 \pm 4,2$ años y 14 árbitros uruguayos del Colegio de Árbitros, dependiente de la Asociación Uruguaya de Fútbol (A.U.F) con una edad promedio de $37,8 \pm 2,9$ años. Los árbitros brasileños presentaron un porcentaje de grasa corporal $18,7 \pm 4,4\%$ y porcentaje muscular $42,4 \pm 2,4\%$, en cambio los uruguayos obtuvieron un porcentaje de grasa corporal de $14,0 \pm 2,4\%$ y porcentaje de masa muscular $42,6 \pm 2,3\%$. En cuanto al somatotipo de los árbitros brasileños y uruguayos presentaron valores similares clasificados como mesomorfo-endomorfo (3,7-4,0-2,0).

Por otro lado Silva, Fernández, Ricetti, Fernandes y Rech (2011) desarrollaron un estudio con 215 árbitros profesionales de la Confederación Brasileña de Fútbol (CBF) y la Federación de Fútbol de Paraná con una edad media de 33,7 años, encontrando en los resultados obtenidos un porcentaje de grasa corporal de 18,5% y un somatotipo mesomorfo-endomorfo (3,9-4,3-1,9), en vista de ello la característica dominante del somatotipo de referencia de los árbitros de fútbol brasileños es el mesomorfo-endomorfo, en el que prevalece el desarrollo músculo-esquelético y el componente adiposo sobre la linealidad.

Con respecto a los anteriores estudios, se evidencia un perfil antropométrico similar en

la investigación llevada a cabo por Fernández, Da Silva y Arruda (2008), con 11 árbitros de primera categoría del fútbol profesional chileno con edad promedio de $34,54 \pm 4,76$ años. En los resultados encontraron los investigadores que el porcentaje de grasa fue de $15,44 \pm 2,81\%$, con un somatotipo promedio de 3,81-5,67-1,57, clasificados en meso-endomorfo.

Por otra parte, a nivel nacional existen escasos estudios con respecto al biotipo del árbitro de fútbol, en Valle del Cauca los árbitros presentaron un porcentaje de grasa similar al de este estudio ($12\% \pm 2,5$) y el somatotipo promedio fue endo-mesomorfos (4,2 - 3,6 - 2,5) (Palma, 2014), mientras que en árbitros de Pereira el porcentaje graso fue más bajo (9%) y un somatotipo central (2,4 - 2,7 - 3,1) (Giraldo y Armando, 2010), y en Boyacá un porcentaje graso de 13,8% y un somatotipo endo-ectomorfo, además el componente muscular fue superior en comparación con los árbitros de este estudio (47,91%) (Mariño et al., 2016),

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio y comparado con los datos encontrados en las diferentes investigaciones a nivel internacional, se demuestra que los árbitros de Norte de Santander tienen una composición corporal no relacionada con el máximo rendimiento para el arbitraje, ya que tienen un porcentaje de grasa corporal y muscular inferior. Igualmente el somatotipo que presentan los árbitros es diferente al encontrado en los otros estudios.

Por otra parte, entre las principales recomendaciones para futuras investigaciones se encuentran valorar a una muestra más representativa y de esta manera comparar grupos a partir de árbitros centrales y asistentes por edad, nivel competitivo, entre otras variables, así mismo valorar la asociación entre el biotipo de los árbitros con el rendimiento en el arbitraje esto con el propósito de identificar cuales parámetros son más influyentes para un adecuado desarrollo en competencia.

Conclusión

En vista de los resultados obtenidos en este estudio en comparación con otras investigaciones similares realizadas con árbitros de fútbol profesional, se evidencia que la composición corporal con respecto al porcentaje de masa grasa y muscular, al igual que el somatotipo encontrado, no se relacionan con los obtenidos en este estudio. Por ende, se concluye que los árbitros evaluados en esta investigación tienen un perfil antropométrico no correspondiente para lograr el máximo rendimiento en el arbitraje a nivel profesional.

Agradecimientos

Gracias a todos los árbitros participantes del estudio y a la Corporación de Árbitros de Norte de Santander (COARNOS) por permitirnos desarrollar este trabajo, igualmente a la Universidad de Pamplona por apoyar esta investigación.

Conflictos de intereses

Ninguno.

Referencias

- Alcocer Díaz, L. F. (2009). Perfil antropométrico y rendimiento en competencia de árbitros y árbitros asistentes de fútbol soccer profesional mexicano. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 1 (1), 112-129. Recuperado de <http://revista.ened.edu.mx/index.php/revistaconade/article/view/13>
- Asociación Médica Mundial (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>
- Bustos-Viviescas, B. J., Lozano Zapata, R. E., Duran Luna, L. A. y Acevedo-Mindiola, A. A. (2017). Estudio de las respuestas en la huella plantar de patinadoras recreativas. En: *III Congreso Internacional de Educación Física y Áreas Afines*. Villavicencio, Colombia.
- Cabañas, M., Esparza, F. (2009). *Compendio de cineantropometría*. Madrid, España: CTO Editorial.
- Casajús, J. A., Matute-Llorente, A., Herrero, H., Vicente-Rodríguez, G. y González-Agüero A. (2016). Grasa corporal en los árbitros y asistentes de fútbol de élite: estudio de seguimiento durante un año. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 51 (189), 21-26. Recuperado de: <https://medes.com/publication/107661>
- Casajús, J., Matute-Llorente, A., Herrero, H., & González-Agüero, A. (2014). Body Composition in Spanish Soccer Referees. *Measurement and Control*, 47 (6), 178–184. doi: <https://doi.org/10.1177%2F0020294014538790>
- Castillo, D., Cámara, J., y Yanci, J. (2016). Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y árbitros asistentes de fútbol durante partidos oficiales de Tercera División de España. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12 (45), 250-261. Doi: <http://>

dx.doi.org/10.5232/ricyde2016.04503

- Castillo, D.; Cámara, J. y Yanci J. (2019). Efecto de un periodo competitivo sobre el perfil antropométrico de árbitros de fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 19 (73), 93-105. Doi: <http://doi.org/10.15366/rimcafd2019.73.007>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Cuchiaro, A. L. (2000). Relação entre consumo/demanda energética, gordura corporal e estresse. *Revista Kinesis*, 22, 113-24.
- Da Silva, A. I. (2005). *Bases científicas e metodológicas para o treinamento do árbitro de futebol*. Curitiba, Federação Paranaense de Futebol.
- Da Silva, A. I., Fernández, L. C. y Fernández Perez, R. (2007). Perfil antropométrico y aptitud física de árbitros de fútbol de Brasil. *Revista Digital EFDeportes*, Año 12 - N° 112. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd112/perfil-antropometrico-y-aptitud-fisica-de-arbitros-de-futbol.htm>
- Da Silva, A. I., Fernandez, R., Paes, M. R., Fernandes, L. C. y Rech, C. R. (2011). Somatotype And Body Composition Of Brazilian Football (Soccer) Referees. *Archivos de Medicina del Deporte*, 28 (144), 238-246. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/268514235_Somatotype_and_body_composition_of_Brazilian_football_soccer_referees
- Da Silva, A., Santos, H. & Cabrera, C. (2012). Comparative Analysis of Body Composition of Football (Soccer) Referees from Brazil and Uruguay. *International Journal of Morphology*, 30 (3), 877-882. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000300019>
- Esparza Ros, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona, España: FEMEDE.
- Faulkner, J. (1968). *Physiology of swimming and diving*. En: Falls H (ed). *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press.
- Fernández, G., Da Silva, A. y Arruda, M. (2008). Antropometric profile and physical fitness of the profesional referees Chilean soccer. *International Journal of Morphology*, 26 (4), 897-904. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022008000400019>
- Fuke, K., Pupo, J. D., y Matheus, C. S. (2009). Evaluación de la composición corporal y de la flexibilidad en futbolistas profesionales en diferentes etapas del ciclo de entrenamiento. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26 (129), 7-13. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2940120>
- 153 Giraldo Marin, J. y Armando Torres, J. (2010). *Perfil antropométrico y aptitud física de los árbitros pertenecientes a la asociación y a la corporación de árbitros de fútbol de Risaralda* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira: Pereira, Colombia.
- Grigoryan, S. (2011). Concept of optimal body composition of professional football players. *Georgian Med News*, 198, 23-28.

- Harriss, D., & Atkinson, G. (2013). Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. *International Journal of Sports Medicine*, 34 (12), 1025-1028. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358756>
- Heath, B. H., Carter, J. E. L. (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*, 27, 57-74. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajpa.1330270108/abstract>
- Heath, B.H., Carter, J.E.L. (1990). *Somatotyping. Development and applications*. New York-USA: Cambridge University Press.
- Lee, R., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I. & Heymsfield S. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal Clinical Nutrition*, 72 (3), 796-803.
- León Ariza, H. H., Sánchez Jiménez, A. y Ramírez Villada, J. F. (2011). Demandas fisiológicas y psicológicas en el fútbol. *Revista de Investigación Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 1 (2), 41-55. Recuperado de: <http://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/rccm/article/download/1012/1261>
- Mallo, J., Frutos, P. G., Juarez, D., & Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*, 30 (13), 1437-1445. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.711485>
- Mariño, J., Melgarejo, V., Padilla, W., Cepeda, T. y Neita, M. (2016). Fuerza rápida y velocidad en árbitros de futbol. *Revista Salud, Historia y Sanidad*, 11 (3), 110-118. Recuperado de: <http://agenf.org/ojs1/ojs/index.php/shs/article/view/245/217>
- Norton, K. & Olds, T. (1996). *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Sydney, Australia: University of New South Wales Press.
- Palma, L. (2014). Análisis descriptivo del perfil antropométrico de árbitros de fútbol. *Revista de entrenamiento deportivo*, 28 (1). Recuperado de <https://g-se.com/analisis-descriptivo-del-perfil-antropometrico-de-arbitros-de-futbol-1678-sa-p57cfb27240142>
- Pradas, F., Carrasco, L., Martínez, E. y Herrero, R. (2007). Perfil antropométrico, somatotipo y composición corporal de jóvenes jugadores de tenis de mesa. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7 (3), 11-23. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71000702>
- Reilly, T. & Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of Sports Sciences*, 24 (7), 795-801. Doi: [10.1080/02640410500483089](https://doi.org/10.1080/02640410500483089)
- Rocha, M.S.L. (1975). Peso osseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomia e Antropología*, 1, 445-451.
- Silva, A., Fernández, R., Ricetti, M., Fernandes, L. y Rech, C. (2011). Somatotipo y cuerpo corporal de árbitros de fútbol brasileño / Somatotipo y composición corporal de los árbitros del fútbol brasileño. *Archivos de Medicina del Deporte*, 28 (144), 238-246.

Recuperado de <http://pesquisa.bvsalud.org/caribe/resource/en/ibc-109382>

Sous Sánchez, J. O., Ruiz Caballero, J.A. y Brito Ojeda, M. E. (2010). Valores ergoespirométricos en árbitros de fútbol de canarias. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10 (39), 428-438. Recuperado de: <Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista39/artvalores172.htm>

Wang, C. Y. , Haskell, W. L., Farrell, S. W., Lamonte, M. J., Blair, S. N., Curtin, L. R., Hughes, J. P., & Burt, V. L. (2010). Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: Findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol*, 171 (4), 426-435. Doi: <https://doi.org/10.1093/aje/kwp412>

Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Williams, A. M., & Gregson, W. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing an update. *Sports Medicine*, 42 (7), 615-631. Doi: <https://doi.org/10.2165/11632360-000000000-00000>

| Deporte y actividad física miradas de la investigación aplicada |

El presente libro es un producto resultado de la investigación, luego de la verificación de cada uno de los soportes asociados al mismo. Cumpliendo con la revisión por pares doble ciego y con el contenido científico inédito requerido en cada uno de los capítulos. Donde se presentan las miradas de la investigación aplicada según el prisma de los autores, ampliando no solo las bases científicas de los temas en cuestión sino de las formas de aplicación de la metodología de investigación en ciencias del deporte y la actividad física. Por lo tanto, el presente texto sirva de guía para la consulta y formación nuevas generaciones de investigadores en el área, fortaleciendo la academia y el quehacer profesional del gremio.



Jesús León Lozada Medina

Técnico Superior Universitario en Entrenamiento Deportivo
Licenciado en Educación Física, Deporte y Recreación
Magíster en Educación Física / Mención Fisiología del Ejercicio
Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Docente asistente, CECAR, Sincelejo - Colombia

Asesor en investigación del Laboratorio de Evaluación del Rendimiento Morfofuncional (LERM - CECAR)
Miembro Coordinador del Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y Deporte (OICAFD - UNELLEZ)
Editor de la Revista Con-Ciencias del Deporte
Antropometrista, ISAK / Nivel II



José Rafael Padilla Alvarado

Licenciado en Educación
Licenciado en Entrenamiento Deportivo
Especialista en Metodología del Entrenamiento Deportivo / Mención Béisbol
Magíster en Educación Física Mención Fisiología del Ejercicio
Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Profesor Universitario, Asociado UNELLEZ - VPDS, Barinas - Venezuela
Miembro Coordinador del Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y Deporte (OICAFD - UNELLEZ)
Editor de la Revista Con-Ciencias del Deporte
Antropometrista, ISAK / Nivel II

ISBN: 978-980-248-229-0



9 789802 482290