

Relacion de la composición corporal y la velocidad de procesamiento cognitivo en estudiantes universitarios. Un estudio transversal

Relationship of body composition and speed of cognitive processing in college students. A cross-sectional study

Cristian Ermides Carrillo Ramírez¹, Héctor Reynaldo TrianaReina²

Resumen

Introducción. Existe una amplia discusión acerca del papel de la composición corporal en el desarrollo de funciones cognitivas como la velocidad de procesamiento (VPC), especialmente sobre la masa grasa. Además, pocos estudios -especialmente en Colombia- han explorado dicha relación en universitarios de diferentes áreas de conocimiento. **Objetivo.** Determinar la relación existente entre la velocidad de procesamiento cognitivo y la composición corporal, en estudiantes universitarios de Bogotá D.C., Colombia. **Materiales y métodos.** Estudio transversal de tipo descriptivo y correlacional en una muestra total de 122 estudiantes hombres aparentemente sanos (17 a 31 años) de diferentes áreas de conocimiento (72,1% de Cultura física y 27,9% de otras carreras), pertenecientes a universidades privadas del Distrito Capital. Se midieron parámetros antropométricos (talla, peso, circunferencia de cintura (CC)), variables de composición corporal (báscula de bioimpedancia); la VPC se evaluó mediante la Prueba de Adición en Serie Audible Estimulada (PASAT (60)-3”). El análisis estadístico se realizó empleando el software IBM SPSS V. 25 para el cálculo de los resultados. **Resultados.** Con una media de 20,9 (3,4) años, se identificó un Índice de Masa Corporal (IMC) de 40,5% en sobrepeso y 4,1% en obesidad. El PASAT (60)-3”) se relacionó de manera positiva con el IMC, porcentaje de grasa (%GC) y CC, negativamente con el porcentaje de masa muscular (%MM) en el grupo de otras carreras. Sin embargo, la VPC disminuida tenían mayor %GC, CC y %MM menor, en comparación con quienes tenían una VPC dentro de lo esperado ($p = < 0,05$). **Conclusión.** La masa grasa parece tener influencia sobre la velocidad de procesamiento cognitivo, no obstante, dicha relación

1. Cultura Física, Deporte y Recreación, semillero del grupo de investigación GICAEDS, Universidad Santo Tomás de Aquino. Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-6360>

2. Cultura Física, Deporte y Recreación. GICAEDS de la Universidad Santo Tomás de Aquino, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6334-7082>

Correo electrónico de correspondencia: cristiancarrillo@usantotomas.edu.co - hectortriana@usantotomas.edu.co

no sigue un patrón claramente definido, parece comportarse de manera curva en donde valores extremos podrían afectar negativamente dicha función cognitiva. Aparentemente una composición corporal más saludable puede ser beneficiosa para la velocidad de procesamiento en universitarios.

Palabras claves: universidades, adulto joven, composición corporal, cognición, atención, sobrepeso.

Abstract

Introduction. There is a wide discussion about the role of body composition in the development of cognitive functions such as processing speed, especially on fat mass. Furthermore, few studies that are being developed in Colombia, South America, have explored this relationship in college students from different areas of knowledge. **Objective.** To determine the relationship between cognitive processing speed (CPS) and body composition in college students from Bogotá D.C., Colombia. **Material and methods.** Cross-sectional descriptive and correlational study in a total sample of 122 apparently healthy male students (17 to 31 years old) from different areas of knowledge (72.1% from Physical Culture and 27.9% from other careers), belonging to private universities of the Capital District. Anthropometric parameters (height, weight, waist circumference (WC)), body composition variables (bioimpedance scale) were measured; CPS was assessed using the Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT (60) -3"). Statistical analysis was performed using the IBM SPSS V. 25 software to calculate the results. **Results.** With a mean of 20.9 (3.4) years, a Body Mass Index (BMI) of 40.5% was identified in overweight and 4.1% in obesity. PASAT (60) -3") was positively related to BMI, body fat percentage (% BF) and WC, negatively to muscle mass percentage (% MM) in the group of other races. However, the decreased CPS had a higher% CG, CC and% MM lower, compared to those who had a CPS within the expected ($p = <0.05$). **Conclusion.** Fat mass seems to influence the cognitive processing speed; however, this relationship does not follow a clearly defined pattern, it seems to behave in a curved way where extreme values could negatively affect said cognitive function. Apparently, healthier body composition can be beneficial for processing speed in college students.

Keywords: universities, young adult, body composition, cognition, attention, overweight.

Introducción

Actualmente la obesidad es considerada una epidemia que afecta aproximadamente a la mitad de la población mundial, 1900 millones (39%) de adultos con sobrepeso y a 650 millones (13%) con obesidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016). En América Latina y Colombia la situación es similar (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2015). Esto es un grave problema de salud pública dado que la obesidad es considerada un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, las cuales son las de mayor carga de morbilidad en el mundo (Serrano, Castillo y Pajita, 2017). No obstante, también se ha reportado mayor prevalencia de dislexia y deterioro cognitivo, en especial cuando la masa muscular está disminuida. (Asaduroglu *et al.*). Es decir, que es capaz de alterar el conjunto de procesos mediante los cuales las personas adquieren, almacenan, recuperan y usan el conocimiento, tales como la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, toma de decisiones y pensamiento en general (Rivas, 2008). Uno de los procesos más relevantes es la velocidad de procesamiento cognitivo (VPC), la cual puede ser entendida como una medida de la fluidez para la decodificación y el reconocimiento de información (Puertas, 2015), debido a que comprende el tiempo en el que una

persona ejecuta una tarea cognitiva simple y relativamente automatizada (Formoso, Jacobovich, Injoque-Ricle y Barreyro, 2018). La ralentización de dicha habilidad cognitiva puede afectar otros procesos cognitivos como lo son la memoria de trabajo, la memoria a largo plazo y la adquisición de nueva información (Lubrini, 2013). La evaluación de la VPC puede ser llevada a cabo por medio de la prueba neuropsicológica de Adición Serial Auditiva Pautada (PASAT, por sus siglas en inglés Paced Auditory Serial Addition Test) la cual ha sido utilizada generalmente como una prueba sensible para el diagnóstico clínico de la esclerosis múltiple, sin embargo, también ha sido tenida en cuenta para obtener una medida de atención mantenida, atención dividida (número de cosas que se pueden manejar a la par), inhibición de respuesta y memoria de trabajo en población joven aparentemente sana (Lopera, Lubert, Londoño y Martínez, 2019).

La obesidad se ha relacionado con deterioro cognitivo en adultos mayores (Martínez Secada, 2018) y en estudiantes universitarios (Alcaraz, Ramírez, Palafox y Reyes, 2015), disminución en la memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento (Decckers, Van Boxtel, Verhey & Köhler, 2017). Además, patologías asociadas al exceso de peso corporal se relacionan con alteraciones sobre la cognición, por ejemplo, la hipertensión se ha asociado con disminución de la atención, reducción en la flexibilidad mental y alteración en la memoria y las habilidades de razonamiento abstracto. (Rivas

y Gaviria, 2000; De León, Milian, Camacho, Arevalo y Escarpin, 2009; Núñez et al., 2014; Pedraza, 2016). La diabetes produce daño a las células del cerebro, modificando la estructura y función cerebral y ocasionando deterioro de las funciones cognitivas (Zenteno-López et al., 2016), sin embargo, también hay evidencia que relaciona un mayor índice de masa corporal y masa grasa con un mejor desempeño cognitivo principalmente en adultos mayores (Tikhonoff, 2015; (Noh et al., 2017); Skinner, Abel, McCoy y Wilkins, 2017).

Debido a este panorama controversial, donde pueden influir múltiples factores como la edad, el nivel socioeconómico, el grado de escolaridad, los ingresos, entre otros, se hace necesario el estudio de la influencia de la composición corporal sobre funciones cognitivas como la VPC, además, en Colombia la mayoría de evidencia actual está centrada en adultos mayores y en poblaciones patológicas, descuidando un poco quizás a la población sana. Por ello, el objetivo de este estudio es determinar la posible relación entre la velocidad de procesamiento cognitivo con la composición corporal en una muestra de jóvenes universitarios de diferentes áreas del conocimiento de Bogotá, Colombia.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y correlacional de corte transversal, en una muestra no probabilística de tipo intencional compuesta por 122 estudiantes (hombres) uni-

versitarios de 17 a 31 años, pertenecientes a tres instituciones privadas de la ciudad de Bogotá, en las cuales el 72,1% (n=88) pertenecían a la carrera de Cultura Física o afines y el 27,9% (n=34) a otras carreras, entre las que se encontraban algunas ingenierías, ciencias humanas, sociales y de salud. Para el estudio, todos los participantes se encontraban aparentemente saludables, se excluyeron aquellos individuos que refirieron en la encuesta de antecedentes personales o consulta médica en los últimos tres meses: cirugía o trauma mayor reciente, enfermedades endocrinas (diabetes mellitus, hipo e hipertiroidismo); enfermedades autoinmunes (lupus, psoriasis, enfermedades del colágeno); cáncer de cualquier etiología y alteraciones respiratorias o cardíacas significativas (ICC, EPOC, neumonías, asma y bronquitis), también fueron excluidos aquellos que hubieran consultado por un trastorno físico o mental en los últimos tres meses. Para esta investigación se tuvieron en cuenta los lineamientos vigentes para el estudio en seres humanos de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia y los principios bioéticos en la Declaración de Helsinki, según los cuales esta investigación es considerada de riesgo mínimo (artículo 11). Todos los participantes cumplieron con el requisito de consentimiento informado, los datos recopilados fueron manejada cumpliendo los criterios de confidencialidad y privacidad.

Variables antropométricas y de composición corporal

Posterior a la realización del cuestionario de salud e información general, se solicitó a los participantes utilizar una pantaloneta (pantalón corto deportivo) y una camiseta para las mediciones, así mismo se dio instrucciones para que estuviesen descalzos y se retiraran cualquier joya u objeto metálico para la medición del peso corporal (kg) (Ramírez-Vélez, 2017), el cual se realizó mediante una balanza de piso de bioimpedancia (Marca TANITA® modelo BC-420MA®, Tokio, Japón) con un rango de 0 – 270 kg y una precisión de 0,1 kg, con la cual se obtuvo el porcentaje de grasa corporal (%GC), el peso (kg) de la masa grasa (MG), la masa magra o masa libre de grasa (MLG) y la masa muscular (MM), los valores obtenidos se interpretaron a partir de los rangos referentes de la báscula (Gallagher et al., 2000), el porcentaje de la masa muscular (%MM) fue calculado a partir de los valores obtenidos. La talla (cm) se registró en estiramiento con un tallímetro portátil marca SECA 213® (Hamburgo, Alemania), rango 0 - 220 cm de 1 mm de precisión. El índice de masa corporal (IMC) se calculó a partir de la fórmula $IMC = \text{masa corporal (kg)} / \text{altura (m}^2\text{)}$, para evaluar el estado del índice de masa corporal, se tuvieron en cuenta los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, 2000). La circunferencia de cintura (CC) (cm) se midió a nivel de la región más estrecha entre la última costilla, y el borde anterosuperior de la cresta ilíaca, en el caso en que no

era visible, la región más estrecha se registró en la mitad de estos dos puntos anatómicos, utilizando una cinta métrica metálica (Lufkin, W606PM®, Parsippany, NJ, EE. UU.) (ISFTAO, 2006). El proceso de evaluación fue llevado a cabo por personal capacitado.

Velocidad de procesamiento cognitivo (VPC)

La evaluación fue realizada a partir de la prueba neuropsicológica PASAT (por sus siglas en inglés), esta prueba fue creada por Gronwall (1977) y es considerada una medida válida y confiable de atención mantenida, atención dividida, inhibición de respuesta y velocidad de procesamiento, estandarizada para universitarios colombianos (Lopera, Lubert, Londoño y Martínez, 2019). Consiste en una serie de operaciones mediante una grabación de audio en las cuales se solicita al evaluado la suma continua de pares de números aleatorios que van del 1 al 9, se suman consecutivamente dichos pares, de tal manera, que cada número se agregue al inmediatamente anterior, es decir, si el estímulo 1, está seguido por el número 9, la persona evaluada debe responder 10, si el siguiente estímulo es 4, la persona debería responder 13 (9+4). El total de la prueba consiste en el número de puntajes correctos entre 0 y 60 dígitos, que difieren entre sí en la duración del intervalo (2 y 3 segundos), para el estudio se utilizó la versión de 3 segundos (3”) y se identificó con la denominación PASAT (60)-3” en relación con el total de respuestas correctas

logradas (Strauss et al., 2006). Los participantes fueron citados de manera individual para realizar la prueba cognitiva en un salón completamente solo y con el menor ruido posible, la prueba fue aplicada por personal de psicología previamente capacitado.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistical Package for Social Science® software, versión 25 (SPSS; Chicago, IL, USA), la prueba de Levene fue utilizada para comprobar la homogeneidad de las varianzas de las variables empleadas. Un valor $p < 0,05$ fue considerado como significativo. Se realizó una descripción de las variables cuantitativas (media, desviación estándar (DE)) y frecuencias relativas para las variables cualitativas. La prueba de correlación de Pearson (r) fue utilizada para conocer la relación entre la velocidad de procesamiento cognitivo (VPC) y la composición corporal, además para conocer la diferencia entre las variables de composición corporal en los grupos que tenían un desempeño disminuido y esperado con respecto a la VPC. La prueba t student y chi-cuadrado de Pearson (X^2) fue utilizada para determinar la diferencia de medias y proporciones, respectivamente.

Resultados

Se evaluaron 122 hombres universitarios con una edad media de 20,9 (3,4), de acuer-

do con el índice de masa corporal (IMC) la mayoría se encontraba en normopeso (54,5%), sin embargo, se identificó un porcentaje considerable en exceso de peso (40,5% en sobrepeso y 4,1% en obesidad). Así mismo se encontró que el %GC para el grupo de “otras carreras” se encontraba elevado de acuerdo con la referencia (20,0-24,9%), en este mismo grupo se identificó un valor de circunferencia de cintura por encima del punto de corte (>90 cm) (IDF, 2006). En cuanto al porcentaje de masa muscular (%MM), los estudiantes de Cultura física presentaron valores por encima del rango (33,3-39,3%), los demás se observaron en una condición de “normalidad”. En cuanto a la VPC, se utilizó como valor de referencia el punto de corte 25,2 (disminuido $<25,2$ = esperado) el cual fue identificado como “esperado” en la media del total de los individuos, un estudio realizado por Ozakbas, S. et al. (2016) en población sana de similares características y edad a la población estudio, encontró valores similares en relación con el nivel académico (media 44,3 (6,8)). Tabla1.

Tabla 1. Características de las variables antropométricas y VPC de los estudiantes universitarios.

Variable	Todos (n=122)	Cultura Física (n=88)	Otras carreras (n=34)	Valor p
Edad (años)	20,9 (3,4)	19,9 (2,7)	23,6 (3,6)	<0,002*
Talla (cm)	170,3 (7,3)	169,6 (8,0)	172,2 (4,6)	<0,007*
Peso (kg)	71,1 (12,3)	66,2 (9,8)	83,8 (8,2)	0,144
IMC (kg/m ²)	24,4 (3,3)	22,9 (2,5)	28,1 (2,1)	0,078
GC (%)	18,9 (7,6)	15,6 (5,7)	27,3 (4,7)	0,205
MG (kg)	14,0 (7,4)	10,5 (4,3)	23,1 (5,7)	<0,000*
MLG (kg)	57,1 (7,5)	55,7 (8,1)	60,6 (3,7)	<0,000*
MM (kg)	46,3 (12,2)	52,7 (8,4)	31,1 (2,1)	<0,000*
MM (%)	66,7 (20,2)	79,17 (7,24)	37,30 (2,45)	<0,000*
CC (cm)	81,5 (10,3)	76,7 (6,3)	93,8 (8,2)	0,216
PASAT- total correctas (60)-3"	43,5 (9,5)	43,8 (9,8)	42,9 (8,7)	0,231

Nota: las variables continuas son reportadas en media (DE) y las categóricas como n (%). IMC: Índice de Masa Corporal. GC: Grasa Corporal. MG: Masa Grasa. MLG: Masa Libre de Grasa. MM: Masa Muscular. CC: Circunferencia de Cintura.
*Diferencias significativas entre grupos p<0,05 (prueba t).

Fuente: Elaboración propia.

Se observó además (Tabla 2.), que la mayoría de la población (84,4%) se encuentra dentro de lo esperado, sin embargo, cuando se analizó la VPC de acuerdo con la carrera estudiada se encontró que los de Cultura

Física tenían un mayor porcentaje de estudiantes dentro de lo esperado en comparación con los de otras carreras (94,3% vs 58,8%; $X^2 = 23,499$; $p = <0,001$).

Tabla 2. Distribución de la población según VPC - PASAT (60)- 3".

Categoría	Todos (n = 122)	Cultura Física (n=88)	Otras carreras (n=34)	X ²	Valor p
Disminuido<25,2	19 (15,6)	5 (5,7)	14 (41,2)	23,499	<0,001
Esperado>=25,2	103 (84,4)	83 (94,3)	20 (58,8)		

Nota: valores expresados en n (%). Chi-cuadrado de Pearson (X²), *valor significativo de p<0,001

Fuente: Elaboración propia.

VPC y composición corporal

No se encontraron correlaciones significativas entre las respuestas correctas del PASAT (60)-3" con ninguna de las variables de

composición corporal cuando se analizó el grupo en general. No obstante, cuando se analizó el grupo en función de la carrera, el PASAT (60)-3" se correlacionó con la edad en el grupo de Cultura Física ($r=0,255$;

$p=0,017$), y se correlacionó de manera directamente proporcional con el IMC ($r=0,356$; $p=0,039$), el %GC ($r=0,430$; $p=0,011$), la CC ($r=0,342$; $p=0,048$) e in-

versamente proporcional con el %MM ($r=-0,379$; $p=0,03$) en el grupo de otras carreras. Tabla 3.

Tabla 3. Correlación entre la VPC y la composición corporal, según la población.

Carrera PASAT (60)-3"	Edad (años)	IMC (kg/m ²)	GC (%)	MM (kg)	MM (%)	CC (cm)
Cultura física	0,255*	0,040	0,018	0,060	0,039	0,066
Otras carreras	-0,156	0,356*	0,430*	-0,063	-0,379*	0,342*
Todos	0,090	0,048	0,047	0,027	0,089	0,066

Nota: IMC: Índice de Masa Corporal. GC: Grasa Corporal. MG: Masa Grasa. MLG: Masa Libre de Grasa. MM: Masa Muscular. CC: Circunferencia de Cintura. Correlación de Pearson (r). *Valor significativo para $p<0,05$

Fuente: Elaboración propia.

De forma un poco contradictoria, se encontró que aquellos con una VPC disminuida ($<25,2$) tenían una mayor edad (t student=3,126; $P=0,005$), un mayor %GC (t student=2,262; $p=0,025$), una mayor CC (t student=2,173; $p=0,032$) y un %

MM menor (t student= -5,373; $p<0,001$) en comparación con quienes tenían una VPC dentro de lo esperado, con respecto al IMC no se encontraron diferencias (t student=1,907; $p=0,059$). Tabla 4.

Tabla 4. Características evaluadas según VPC.

Variable	Disminuido $<25,2$	Esperado $\geq 25,2$	t student	Valor p
Edad (años)	23,5 (4,0)	20,4 (3,1)	3,13	0,005**
Peso (kg)	75,5 (11,3)	70,3 (12,3)	1,71	0,089
IMC (kg/m ²)	25,7 (3,2)	24,1 (3,3)	1,91	0,059
MG (kg)	17,5 (6,9)	13,3 (7,3)	2,28	0,025*
GC (%)	22,4 (6,7)	18,2 (7,6)	2,26	0,025*
MLG (kg)	58,1 (6,5)	56,9 (7,7)	0,63	0,532
MM (kg)	33,6 (7,2)	48,6 (11,5)	-7,09	$<0,001$ **
MM (%)	45,09 (15,0)	70,6 (18,5)	-5,37	$<0,001$ **
CC (cm)	86,2 (11,4)	80,6 (9,9)	2,17	0,032*
PASAT (60)-3"	31,4 (7,6)	45,7 (8,0)	-7,46	$<0,001$ **

Nota: valores reportados en media (DE). IMC: Índice de Masa Corporal. GC: Grasa Corporal. MG: Masa Grasa. MLG: Masa Libre de Grasa. MM: Masa Muscular. CC: Circunferencia de Cintura. Diferencias significativas entre grupos * $p<0,05$; ** $p<0,01$ (prueba t).

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Los resultados de la presente investigación muestran un mayor porcentaje de masa muscular y menor grasa corporal en la población de la carrera de Cultura física con respecto a los estudiantes de otras carreras, lo cual puede influir en que el último grupo tenga un mayor porcentaje de personas con una VPC disminuida (<25,2). Además, los resultados obtenidos por los estudiantes de Cultura física en VPC son superiores a los reportados en universitarios de medicina de Brasil (Brooks *et al.*, 2011) y de ciencias sociales, humanas e ingenierías de Colombia (Lopera, Lubert, Londoño y Martínez, 2019) (33,6 y 35,4 vs 43,8 respectivamente).

Las relaciones halladas en este estudio son un poco contradictorias entre sí, en un primer momento al analizar el grupo de manera general no se encuentra ninguna relación entre la composición corporal y la VPC, sin embargo, cuando se analizaron los grupos por separado en otras carreras, se observan relaciones directamente proporcionales entre la VPC y el IMC ($r=0,356$; $p=0,039$), %GC ($r=0,430$; $p=0,011$), la CC ($r=0,342$; $p=0,048$) e inversamente proporcional con el %MM ($r=-0,379$; $p=0,03$). Esto concuerda con lo reportado en algunos estudios sobre la relación entre las funciones cognitivas como la memoria, atención, fluidez verbal, recuerdo tardío y razonamiento abstracto con el IMC, la masa grasa y la masa libre de grasa (Noh

et al., 2017); Wirth, Smoliner, Sieber y Volker, 2011; Atkinson *et al.* 2007; Wirth, Bauer y Sieber, 2007; Tikhonoff, 2015) Aunque este último también reportaba que valores elevados en el índice cintura talla eran un determinante negativo de atención y funciones ejecutivas evaluadas con el MMSE (Mini-Mental Examen del estado) y la prueba de dibujo de reloj CLOX en mujeres.

No obstante, también se ha señalado que en seres humanos la obesidad produce cambios en las vías de señalización neurohormonales hipotalámicas. Por ejemplo, en el hipocampo del paciente obeso suelen aparecer cambios metabólicos que provocan el deterioro de éste, junto a alteraciones en el aprendizaje y una pérdida de la memoria, lo cual puede conllevar a amnesias y otras formas de deterioro cognitivo (Rothman y Mattson, 2009). Además, la mayoría de estos estudios se centraban en población geriátrica, razón por la cual la pérdida de peso y un IMC menor se asociaba con deterioro cognitivo podría explicarse a partir de la disminución de la masa muscular característica del envejecimiento y de trastornos como el síndrome de la fragilidad.

Para el estudio, los valores más elevados de masa muscular encontrados en el grupo de rendimiento esperado en comparación del disminuido (t student = -5,373; $p < 0,001$), corroboran la importancia de la masa muscular en funciones como la VPC incluso en población joven donde no es muy habitual

la sarcopenia. En esta misma población estudios han reportado una menor cognición en quienes tenían un IMC elevado (Alcazar et al., 2015) o una menor condición física (Cid, Rojas, Godoy, Bahamondes y Vélez, 2019). Esta última, también se ha relacionado positivamente con la función cognitiva del adulto mayor, en capacidades como la velocidad de la marcha, el soporte de silla, el equilibrio permanente. (Rosano et al., 2004) y la capacidad aeróbica (Wang et al., 2015).

Una mejor condición física podría relacionarse con un mayor rendimiento cognitivo a través de la mejora de procesos fisiológicos como un aumento del flujo sanguíneo, un aumento de la vascularización, mejor aprovechamiento de glucosa a nivel cerebral, sinaptogénesis, mayor cantidad de neurotransmisores y neurogénesis, procesos que están regulados por diferentes sustancias como lo son el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-I), el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), la testosterona y la insulina (Cotman & Berchtold, 2002; Uribe, Guzman, Marambio y Harrington, 2013). Además, el ejercicio físico tanto de resistencia como combinado en adultos con sobrepeso y obesidad a corto plazo ha demostrado producir mejoras sobre neurotróficos como el BDNF y el NT-3 (Domínguez et al., 2018) (Goldfield et al., 2018) y sobre funciones ejecutivas como la capacidad de atención y la inhibición cognitiva (Quintero et al., 2018).

Con respecto a las asociaciones encontradas en esta investigación, así como en las anteriores, no son tan fuertes, esto probablemente se deba a la complejidad que implica la cognición, pues esta se trata de procesos por los cuales las personas adquieren, almacenan, recuperan y usan el conocimiento e implican a su vez una serie de capacidades como la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, toma de decisiones y pensamiento en general (Rivas, 2008). Los cuales dependen de múltiples factores y estímulos como los encontrados por (Orrell et al., 2014) quienes afirman que factores como la diabetes mellitus, hiperinsulinemia, sobrepeso u obesidad, síndrome metabólico, nivel educativo, actividad física, estimulación cognitiva, estado civil y calidad de la dieta podrían estar relacionados con el declive cognitivo antes de los 65 años.

Respecto a la contradicción de la evidencia científica actual, se puede observar que indicadores como el IMC y la masa grasa en términos de salud se comportan de manera curva, e ir a cualquiera de los dos extremos (malnutrición o sobre nutrición) acarrea problemas en la salud. Además, de que muchos de estos estudios no reportaron los resultados de la masa muscular, la cual en nuestro estudio parece ser más determinante con respecto a la VPC. Lo cual sugiere que programas de entrenamiento de fuerza muscular en universitarios podría ser beneficioso para el desarrollo de funciones cognitivas, la prevención de deterioro cognitivo y la mejora del rendimiento.

to cognitivo, además, de que constituye un factor protector frente a indicadores de riesgo cardiovascular (Zea, León, Botero, Afanador & Pinzón, 2014).

Dentro de las limitaciones del estudio, se destaca que, al ser un diseño transversal, impide hacer inferencias causales entre la composición corporal y la función cognitiva. Por otro parte, debido al tamaño relativamente pequeño de la muestra y a las características particulares de esta, los resultados pueden no representar bien a la población general de jóvenes universitarios, la cual en la actualidad suele caracterizarse por presentar diferentes factores de riesgo cardiovascular de manera temprana, también se sugiere estudiar el comportamiento de estas variables en población femenina.

Conclusión

Mayores valores de masa muscular y menores de grasa corporal se asociaron con un mejor rendimiento cognitivo en funciones como la velocidad de procesamiento, la atención y el control inhibitorio en jóvenes universitarios aparentemente saludables, el mecanismo fisiológico subyacente no está claramente definido. En futuras investigaciones se recomienda ampliar el tamaño de la muestra, incluir a la población femenina al igual que población universitaria de diferentes áreas y con un perfil cardio metabólico menos saludable, al igual que probar con diseños experimentales que permitan dilu-

cidar la interacción entre la masa muscular y las funciones cognitivas mediadas por el sistema nervioso central.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los estudiantes del Semillero de Investigación en Actividad Física para la Salud (SIAFS) del Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas al Ejercicio físico, el Deporte y la Salud (GICAEDS) del programa de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomas (Bogotá), por su colaboración y participación en la recolección de información, así mismo a, Viviana Rincón-Quintero por su aporte logístico, a Leticia Catalina Beltrán-Requeneth y Kely Johana Bonilla-Vargas por el manejo y orientación de las pruebas neuropsicológicas.

Referencias

1. Alcaraz-Ortíz, M. R., Ramírez-Flores, D., Palafox-López, G. I., & Reyes-Hernández, J. U. (2015). El déficit cognitivo relacionado con el índice de masa corporal elevado. *Vertientes. Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 18(1). Recuperado de: <https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/publicaciones/revistas/vertientes/Volumen18/5Deficit-jul23.pdf>
2. Asaduroglu, A. V., Tablada, M., Bai, J. C., Carrillo, M., Canale, M., & Gallerano, R. (2015). Perfil corporal y función física y cognitiva según edad en mujeres mayores ambulatorias de la ciudad de Córdoba. *Revista de la facultad de Ciencias Médicas*, 72(2). -Recuperado de: http://revista.webs.fcm.unc.edu.ar/files/2015/07/art.orig_.2.pdf

3. Atkinson, H. H., Rosano, C., Simonsick, E. M., Williamson, J. D., Davis, C., Ambrosius, W. T., ... Kritchevsky, S. B. (2007). Cognitive Function, Gait Speed Decline, and Comorbidities: The Health, Aging and Body Composition Study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 62(8), 844–850. doi:10.1093/gerona/62.8.844
4. Becerra, C., Reigal, R., Hernández, A. y Tamayo, I. (2013). Relaciones de la condición física y la composición corporal con la autopercepción de salud. *Revista internacional de ciencias del deporte*, 34(9). 305- 318.
5. Brooks, J. B. B., Giraud, V. O., Saleh, Y. J., Rodrigues, S. J., Daia, L. A., & Fragoso, Y. D. (2011). Paced auditory serial addition test (PASAT): a very difficult test even for individuals with high intellectual capability. *Archivos de neuro-psiquiatria*, 69(3), 482-484.
6. Cotman, C. & Berchtold, N. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neuroscience*, 25, 295-301
7. De León-Arcila, R., Milián-Suazo, F., Camacho-Calderón, N., Arévalo-Cedano, R. E., & Escartín-Chávez, M. (2009). Factores de riesgo para deterioro cognitivo y funcional en el adulto mayor. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 47(3), 277-284.
8. Deckers, K., Van Boxtel, M., Verhey, F. & Köhler, S. (2017). Obesity and cognitive decline in adults: effect of methodological choices and confounding by age in a longitudinal study. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 21(5), 546-553.
9. Domínguez-Sánchez, M. A., Bustos-Cruz, R. H., Velasco-Orjuela, G. P., Quintero, A. P., Tordecilla-Sanders, A., Correa-Bautista, J. E., ... Ramírez-Vélez, R. (2018). Acute Effects of High Intensity, Resistance, or Combined Protocol on the Increase of Level of Neurotrophic Factors in Physically Inactive Overweight Adults: The BrainFit Study. *Frontiers in physiology*, 9, 741. doi:10.3389/fphys.2018.00741
10. Formoso, J., Jacobovich, S., Injoque-Ricle, I., & Barreyro, J. P. (2018). Resolution of arithmetic problems, processing speed and working memory in children. *Trends in Psychology*, 26(3), 1249-1266.
11. Gallagher, D., Heymsfield, S. B., Heo, M., Jebb, S. A., Murgatroyd, P. R., & Sakamoto, Y.. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 694–701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>
12. Goldfield, G. S., Kenny, G. P., Prud'homme, D., Holcik, M., Alberga, A. S., Fahnestock, M., ... & Tremblay, M. S. (2018). Effects of aerobic training, resistance training, or both on brain-derived neurotrophic factor in adolescents with obesity: the HEARTY randomized controlled trial. *Physiology & behavior*, 191, 138-145.
13. Gronwall, D. M. A. (1977). Paced Auditory Serial-Addition Task: A Measure of Recovery from Concussion. *Perceptual and Motor Skills*, 44(2), 367–373. doi:10.2466/pms.1977.44.2.367
14. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2015). Encuesta Nacional de Situación Nutricional - ENSIN 2015. <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>
15. International diabetes federation. The IDF consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome. Bruselas, 2006.
16. ISFTAO, K. (2006). Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica. República de Sudáfrica: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
17. Lopera, I. C. P., Lubert, C. D., Londoño, D. M. M., & Martínez, D. L. (2019). Estandarización de pruebas neuropsicológicas para la evaluación de la atención en estudiantes universitarios (standardization of a protocol of neuropsychological tests for the assessment of attention in college students). *CES Psicología*, 12(1), 17-31.

18. Lubrini, G. (2013). Velocidad de procesamiento de la información en esclerosis múltiple (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
19. Malo-Serrano, Miguel, Castillo M, Nancy, & Pajita D, Daniel. (2017). La obesidad en el mundo. *Anales de la Facultad de Medicina*, 78(2), 173-178. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000200011
20. Martinez Secada, C. E. (2018). Deterioro cognitivo asociado a sobrepeso y obesidad en pacientes geriátricos hospitalizados del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5640>
21. Naranjo, I. C., & Moreno, J. M. R. (2008). Hipertensión arterial y función cognitiva. *Medicina clínica*, 130(14), 542-552. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002577530871501X>
22. Noh, H., Oh, S., Song, H. J., Lee, E. Y., Jeong, J., Ryu, O., Hong, K., & Kim, D. (2017). Relationships between cognitive function and body composition among community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatrics*, 17(1), 259. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0651-9>
23. Núñez, A. M., Sobrero, M., Guzmán, L., Rico, V. E., Díaz Kuaik, I., Novarese, M., & Koskimies, J. (2014). Hipertensión: perfil psicológico y detección de deterioro cognitivo con Rorschach y mini batería de eficiencia cognitiva. *Anuario de investigaciones*, 21(1), 277-284. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-16862014000100029
24. Orrell, M., Aguirre, E., Spector, A., Hoare, Z., Woods, R. T., Streater, A., Donovan, H., Hoe, J., Knapp, M., Whitaker, C., & Russell, I. (2014). Maintenance cognitive stimulation therapy for dementia: single-blind, multicentre, pragmatic randomised controlled trial. *British Journal of Psychiatry*, 204(6), 454-461. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.113.137414>
25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=2686:sobrepeso-afecta-a-casi-la-mitad-de-la-poblacion-de-todos-los-paises-de-america-latina-y-el-caribe-salvo-por-haiti&Itemid=562
26. Organización Mundial de la Salud (OMS), Nota descriptiva N°311 junio de 2016. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
27. Ozakbas, S., Cinar, B. P., Gurkan, M. A., Ozturk, O., Oz, D., & Kursun, B. B. (2016). Paced auditory serial addition test: National normative data. *Clinical neurology and neurosurgery*, 140, 97-99.
28. Pedraza, O. L., Perilla, H. J., Cruz, A., Botero, J. A., Montalvo, M. C., Salazar, A. M., ... & Plata, S. J. (2016). Deterioro cognitivo y factores de riesgo cardiovascular y metabólico en una muestra de adultos de Bogotá. *Acta Neurológica Colombiana*, 32(2), 91-99. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/312241531_Deterioro_cognitivo_y_factores_de_riesgo_cardiovascular_y_metabolico_en_una_muestra_de_adultos_de_Bogota
29. Puertas, S. (2015). Diferencias en la velocidad de procesamiento, en niños con dislexia vs. controles, medidas con potenciales evocados de larga latencia (P300). Doctorado. Universidad Nacional de Colombia.
30. Quintero, A. P., Bonilla-Vargas, K. J., Correa-Bautista, J. E., Domínguez-Sánchez, M. A., Triana-Reina, H. R., Velasco-Orjuela, G. P., ... & Ramírez-Vélez, R. (2018). Acute effect of three different exercise training modalities on executive function in overweight inactive men: A secondary analysis of the BrainFit study. *Physiology & behavior*, 197, 22-28.

31. Ramírez-Vélez, R., Correa-Bautista, J. E., Sanders-Tordecilla, A., Ojeda-Pardo, M. L., Cobo-Mejía, E. A., Castellanos-Vega, R., ... González-Ruíz, K. (2017). Percentage of Body Fat and Fat Mass Index as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian University Students. *Nutrients*, 9(9), 1009. doi:10.3390/nu9091009
32. Rivas Navarro, M. (2008). Procesos cognitivos y aprendizaje significativo. Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Viceconsejería de Organización Educativa.
33. Rivas, Juan Carlos, & Gaviria, Moisés. (2000). Hipertensión Arterial Y Déficit Cognitivo. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 29(2), 105-117. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502000000200003&lng=en&tlng=es.
34. Rosano, C., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Brach, J., Visser, M., ... Newman, A. B. (2004). Association between Physical and Cognitive Function in Healthy Elderly: The Health, Aging and Body Composition Study. *Neuroepidemiology*, 24(1-2), 8-14. doi:10.1159/000081043
35. Rothman, S. M., & Mattson, M. P. (2009). Adverse Stress, Hippocampal Networks, and Alzheimer's Disease. *NeuroMolecular Medicine*, 12(1), 56-70. doi:10.1007/s12017-009-8107-9
36. Sillero, M. (2005). Medidas Antropométricas. Facultad deficiencias de la actividad física y del deporte (INEF)-Tema, 2, 38-39.
37. Skinner, J., Abel, W., McCoy, K. & Wilkins, C. (2017). Exploring the «Obesity Paradox» as a correlate of cognitive and physical function in communitydwelling black and white older adults. *Ethnicity & Disease*, 27(4), 387-394.
38. Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary, 3rd ed. Oxford University Press.
39. Tikhonoff, V., Casiglia, E., Guidotti, F., Giordano, N., Martini, B., Mazza, A., Palatini, P. (2015). Body fat and the cognitive pattern: A population-based study. *Obesity*, 23(7), 1502-1510. doi:10.1002/oby.21114
40. Uribe, D. R., Guzmán, C. S., Marambio, M. M., & Harrington, M. V. (2013). Ejercicio físico y su influencia en los procesos cognitivos. *Revista Mortalidad y Persona*, (13), 69-74.
41. Wang, C., Liang, W., Tseng, P., Muggleton, N., Juan, C. & Tsai, C. (2015). The relationship between aerobic fitness and neural oscillations during visuospatial attention in young adults. *Experimental Brain Research*, 233(4), 1069- 1078
42. Wirth, R., Bauer, J. M., & Sieber, C. C. (2007). Cognitive function, body weight and body composition in geriatric patients. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 40(1), 13-20.
43. Wirth, R., Smoliner, C., Sieber, C. C., & Volkert, D. (2011). Cognitive function is associated with body composition and nutritional risk cognitive function is associated with body composition and nutritional risk of geriatric patients. *The journal of nutrition, health & aging*, 15(8), 706-710.
44. World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic (No. 894). World Health Organization.
45. Zea, R., León A., Botero R., Afanador, C., & Pinzón, B. (2014). Factores de riesgo cardiovascular y su relación con la composición corporal en estudiantes universitarios. *Revista de Salud Pública*, 16, 505-515.
46. Zenteno-López, M. A., Pérez-Martínez, G. P., Báez-Hernández, F. J., & García-Madrid, G. (2016). Función cognitiva en el adulto mayor con y sin diabetes tipo 2. *Revista Científica De La Sociedad Española De Enfermería Neurológica*, 44, 3-8. <https://doi.org/10.1016/j.sedene.2016.05.002>