

Efecto de un programa de actividad física basado en el uso de aplicaciones móviles sobre la composición corporal de jóvenes universitarios durante el confinamiento por COVID-19

Effect of a mobile application based physical activity program on body composition of college students during COVID-19 confinement

*Claudia Selene Cuevas-Castro, *Roberto Andrés González-Fimbres, **Luís Felipe Reynoso-Sánchez, *María Grethel Ramírez-Siqueiros, ***Blanca Rocío Rangel-Colmenero

*Universidad Estatal de Sonora, **Universidad Autónoma de Occidente, ***Universidad Autónoma de Nuevo León

Resumen. Objetivo. Determinar el efecto de una intervención de promoción de actividad física (AF) basada en aplicaciones móviles sobre la composición corporal de estudiantes universitarios durante el confinamiento por pandemia de COVID 19. Métodos. Participaron 21 estudiantes universitarios (10 hombres, 11 mujeres, edad 22.81 ± 4.88 años), se evaluó composición corporal, frecuencia de alimentos y niveles de AF antes (Pre) y después (Post) de la implementación de un programa de ocho semanas de AF utilizando aplicaciones móviles. Resultados. Los cambios observados en composición corporal fueron en índice de masa grasa (IMG) y masa grasa ($p < .05$); sin embargo, los tamaños de efecto fueron triviales. El gasto energético fue mayor a la ingesta energética en Pre ($p < .05$) y Post ($p < .01$); también, el gasto energético fue mayor en Post comparado con Pre ($p < .01$). En Post se observó relación entre AF total y reducciones de masa grasa, porcentaje de masa grasa e IMG ($p < .05$). Conclusiones. Las intervenciones de AF utilizando aplicaciones móviles provocan un aumento en el gasto energético; sin embargo, los cambios en composición corporal fueron triviales. Por lo tanto, se sugiere que las intervenciones de AF usando aplicaciones móviles sean de mayor duración, además de que se complementen con control dietario.

Palabras clave: Teléfono inteligente, salud, ejercicio, masa grasa, pandemia.

Abstract. Objective: To determine the effect of a mobile application-based physical activity (PA) promotion intervention on the body composition of university students during the COVID-19 pandemic lockdown. Methods: 21 university students participated (10 men, 11 women, aged 22.81 ± 4.88 years), their body composition, food frequency, and PA levels were evaluated before (Pre) and after (Post) the implementation of an eight-week PA program using mobile applications. Results: The observed changes in body composition were in fat mass index (FMI) and fat mass ($p < .05$); however, the effect sizes were trivial. Energy expenditure was greater than energy intake in Pre ($p < .05$) and Post ($p < .01$); also, energy expenditure was higher in Post compared with Pre ($p < .01$). In Post, a relationship between total PA and reductions in fat mass, percentage of fat mass, and FMI was observed ($p < .05$). Conclusions: PA interventions using mobile applications result in increased energy expenditure; however, changes in body composition were trivial. Therefore, it is suggested that PA interventions using mobile applications should be of longer duration and be complemented with dietary control.

Keywords: smartphone, health, exercise, pandemic.

Fecha recepción: 09-02-23. Fecha de aceptación: 13-07-23

Blanca Rocío Rangel Colmenero

blanca.rangelcl@uanl.edu.mx

Introducción

La práctica de AF es un elemento predominante en la promoción de un estilo de vida saludable. La AF se define como todos los movimientos del cuerpo que implican un gasto energético, incluso las actividades de la vida diaria (Merino-Marban et al., 2015). Se ha demostrado que la práctica de la AF acarrea varios beneficios para la salud en la mejora de la composición corporal, reducción de riesgo de enfermedades cardiovasculares, mejora de la autoestima, disminución del estrés, aumento de la capacidad de atención, construcción de relaciones sociales y desarrollo de valores (Bherer, 2015; Chaput et al., 2016). Es por eso, que las instituciones de educación superior se preocupan por implementar asignaturas orientadas a la formación integral de los alumnos, incluyendo la promoción de la AF, con intención de mejorar la salud de los estudiantes (Galmés-Panadés & Vidal Conti, 2019).

Es importante evaluar los cambios en la composición corporal provocados por intervenciones de AF para la prevención de enfermedades (Toomey et al., 2015). Uno de los principales factores para modificar la composición corporal son los hábitos alimenticios (Herhaus et al., 2020).

Estos cambios pueden compararse con parámetros establecidos de composición corporal considerados normales. El método más simple para evaluar composición corporal es el índice de masa corporal (IMC), que se obtiene dividiendo la masa corporal en kilogramos entre la estatura en metros elevada al cuadrado. A partir de este índice, la OMS ha establecido criterios para la clasificación de la obesidad independientes de la edad y el sexo (OMS, 1995). Sin embargo, no discrimina entre masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) ni su distribución en el cuerpo, lo que presenta una limitación para la clasificación de obesidad (Toomey et al., 2015). Otro método de criterio de medición de la adiposidad es el porcentaje de MG (%MG), ya que representa mejor el riesgo para la salud en comparación con el IMC (Toomey et al., 2015). Se han definido valores medios o percentiles de %MG en varias poblaciones para clasificar obesidad, sin embargo, no existen rangos ideales (Bazzocchi et al., 2013). Al igual que el IMC, el %MG tiene limitaciones por la contribución de la masa magra al peso corporal. Incertidumbre en la variación entre MG y MLG hacen que el %MG sea una métrica inadecuada para evaluar los cambios como resultado de una intervención. Para solventar las limitaciones del uso del %MG se ha propuesto el método de

IMG, dividiendo la MG en kilogramos entre la estatura en cm elevada al cuadrado, lo que normaliza la MG con la estatura (VanItallie et al., 1990). El IMG se considera un enfoque alternativo simple y económico para evaluar la distribución de la grasa corporal y se ha utilizado como un marcador sustituto del riesgo cardiovascular y el síndrome metabólico (Ramírez-Vélez et al., 2017).

En México, la contingencia por COVID-19 provocó que a partir de marzo del 2020 las escuelas de todos los niveles educativos, incluyendo el nivel superior, transitaran a una modalidad de educación virtual, utilizando medios tecnológicos alternativos para impartir las clases. En el contexto académico escolar las clases virtuales funcionaron con cierto grado de éxito para continuar con los asignaturas de contenidos teóricos (de Oliveira et al., 2020). Sin embargo, la educación virtual representó un reto mayor para asignaturas de naturaleza práctica, como son las clases de actividad física (AF). Aunque los profesores intentaron implementar las clases virtuales de AF por videollamadas, éstas resultaron ser poco eficientes para fomentarla (Yu & Jee, 2021). Por lo que a pesar de los esfuerzos, se ha reportado que el confinamiento provocó reducciones AF en estudiantes universitarios (López-Valenciano et al., 2021). Una de las razones que obstaculizan las clases virtuales de AF es la falta de equipo apropiado, como computadora, cámara o material didáctico (García, 2021). La falta de equipo, la dificultad para comprender los temas y que las clases no fueran llamativas o motivantes provocó un alto índice de deserción, (Al-Azzam et al., 2020). Por esta razón, fue importante para las universidades buscar nuevas estrategias no presenciales para mejorar la efectividad de las clases de AF en situación de contingencia.

Una estrategia que emerge como alternativa para impartir clases de AF de manera remota pueden ser las aplicaciones (Apps) móviles de teléfono inteligente (Aznar et al., 2019). Ya que se proponen como una herramienta didáctica pertinente para clases de AF (Díaz-Barahona, 2019). Estas Apps se han vuelto populares debido a su fácil acceso, bajo costo, capacidad de recolección y análisis de datos (Cleghorn et al., 2019; Krebs & Duncan, 2015). También, los profesores de AF muestran buena aceptación por incluir las Apps como apoyo para atención remota de los alumnos (Basterra-Arroyo & Menescardi-Royuela, 2020). La característica más prometedora de las Apps es el uso de técnicas de cambio de comportamiento como son: auto-monitoreo, retroalimentación de desempeño, establecer objetivos, entrevista motivacional, prevención del relapso, auto-conversación, modelos a seguir e identificación de barreras (Middelweerd et al., 2014). Aunque se requiere más investigación en la efectividad de técnicas de cambios de comportamiento, se distinguen tres estrategias persuasivas socialmente orientadas: competencia, comparación social y cooperación que se utilizan en la promoción de la AF (Schoeppe et al., 2016). Se ha observado que el uso de estas estrategias arroja resultados positivos en la promoción de la AF (Almutari & Orji, 2019). Teniendo superioridad las aplicaciones que involucran técnicas de carácter social, ya

que muestra los mayores efectos, tanto en aumento de AF como en reducción de actividades sedentarias (King et al., 2016). Además, la utilización de Apps no representa un alto costo para los usuarios y los profesionistas de la salud o el ejercicio (Brickwood et al., 2019). Por todo esto, las Apps emergen como posible herramienta de apoyo adecuada para impartir clases de AF de manera remota.

Por esta razón, este estudio tiene como objetivo determinar el efecto de una intervención de promoción de actividad física (AF) basada en aplicaciones móviles sobre la composición corporal de estudiantes universitarios durante el confinamiento por pandemia de COVID 19.

Material y método

Sujetos

En el estudio participaron 21 jóvenes universitarios (10 hombres, 11 mujeres) inscritos en la Universidad Estatal de Sonora, México. Se invitaron a participar a alumnos que cursaban la asignatura de "Actividad Física". Los estudiantes decidieron participar de manera voluntaria y todos ellos firmaron un formato de consentimiento informado. Los criterios de inclusión en el estudio fueron: ser alumno de la Universidad sede, tener el deseo de participar de manera voluntaria y que contaran con teléfono inteligente con las características y capacidad para soportar las aplicaciones a utilizar. Los criterios de exclusión fueron que se encontraran consumiendo medicamentos que pudieran alterar los datos y que tuvieran alguna enfermedad o condición de discapacidad que impida el desarrollo del protocolo. Inicialmente 26 sujetos habían decidido participar en estudio, al terminar el periodo de tratamiento cuatro abandonaron de manera voluntaria, quedando una muestra final de 21 sujetos. El estudio contó con el aval del Comité de ética de investigación del Departamento de enfermería de la Universidad de Sonora con clave CEI-ENFERMERIA-LEN-140. Todos los procedimientos del estudio fueron en apego a la declaración de Helsinki.

Procedimiento

El estudio tuvo un diseño de pre-experimento. Se evaluaron los niveles de AF, gasto energético y composición corporal antes (Pre) y después (Post) de la implementación de un programa de AF basado en el uso de aplicaciones móviles con duración de ocho semanas. Adicionalmente, se calculó la ingesta calórica de los sujetos al inicio del programa. Se llevó a cabo una reunión previa al inicio del programa de ejercicios para proporcionar instrucciones a los sujetos para usar una aplicación de teléfono inteligente específica para la AF, la aplicación proporcionaba herramientas de seguimiento y técnicas de cambio de comportamiento.

Programa de actividad física. Se diseñó un programa de actividad física siguiendo los lineamientos de la OMS (2019) que incluye sesiones de ejercicios cardiorrespiratorios y ejercicios de fuerza con ligas. El programa de AF fue entregado para ser administrado por el profesor a cargo de la asignatura de AF de la universidad. Esta asignatura forma parte

del plan curricular de todas las carreras de la institución. La programación semanal de la actividad se describe en la Tabla 1. El programa de actividad física se envió a los participantes en formato digital por medio de correo electrónico.

Tabla 1.
Distribución semanal del programa de actividad física a realizar por los sujetos de estudio.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
25 min	30 min	25 min	30 min	25 min
Ejercicio cardiorrespiratorio	Ejercicio con ligas	Ejercicio cardiorrespiratorio	Ejercicio con ligas	Ejercicio cardiorrespiratorio

Los sujetos recibieron una capacitación previa sobre cómo realizar las sesiones de ejercicio. El programa de ejercicios cardiorrespiratorios se describe en la Tabla 2.

Tabla 2.
Programa de ejercicios cardiorrespiratorios.

Semana	Series – distancia – tiempo – recuperación
1	2 x 1000m x 8 – 10 min / 5 min
2	2 x 1000m x 8 – 10 min / 5 min
3	2 x 1000m x 8 – 10 min / 5 min
4	3 x 800 x 6 – 8 min / 5 min
5	3 x 800 x 6 – 8 min / 5 min
6	3 x 800 x 6 – 8 min / 5 min
7	4 x 600 x 4 – 6 min / 4 min
8	4 x 600 x 4 – 6 min / 4 min
9	4 x 600 x 4 – 6 min / 4 min
10	6 x 400 x 2.5 – 5 min / 4 min
11	6 x 400 x 2.5 – 5 min / 4 min
12	6 x 400 x 2.5 – 5 min / 4 min

Adicionalmente, se les pidió a los sujetos que llevaran a cabo un programa de ejercicios de fuerza con ligas se describe en la Tabla 3.

Tabla 3.
Programa de ejercicios de fuerza con ligas.

Ejercicio	Series – repeticiones – recuperación
1. Press de pecho	
2. Remo hacia atrás	
3. Flexión de bíceps	
4. Extensiones de Tríceps	3 x 16 x 3 minutos
5. Extensiones de hombro	
6. Remo recto	
7. Sentadillas	
8. Extensión de pantorrillas	

Uso de aplicación móvil. El estudio buscó determinar el efecto del uso de una aplicación móvil para promover el cumplimiento del programa de ejercicios prescrito. Para ello, se utilizó la aplicación STRAVA, ya que la aplicación contempla técnicas de cambio de comportamiento, particularmente: a) bitácora de sesiones de ejercicio realizadas, la cual podía ser consultada por el profesor de la asignatura de AF para verificar el cumplimiento del programa y hacer retroalimentación por medio de mensaje personales, b) establecer metas de logro, en este caso, un mínimo de kilómetros recorridos por periodos de tiempo, c) creación de un club de usuarios para que todos los participantes pudieran observar el cumplimiento del programa de los demás y el logro de los objetivos, d) apoyo social, donde los participantes del club podían mandar mensajes de apoyo y activar la función de “kudos” (reconocer un logro) hacia otros participantes, e) recompensas a manera de medallas virtuales por

el logro de los objetivos, f) competencia, por medio de la tabla de posiciones del Club, que mostraba cuales participantes acumulaban más kilómetros.

Ingesta Calórica. Todas las encuestas fueron capturadas en un formulario digital para su aplicación en línea. Para evaluar la ingesta calórica, se aplicó el Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) validado para el contexto mexicano (Galván-Portillo et al., 2011). El cuestionario contiene 127 alimentos, agrupados en: lácteos, frutas, vegetales, carnes, carnes procesadas, pescados, refrescos, dulces, cereales y panes. Cada alimento tiene una porción predeterminada y 10 opciones de frecuencia de consumo, que van desde “Nunca” hasta “Seis veces al día”.

Niveles de AF y gasto energético. Para valorar los niveles de actividad física y el gasto energético por ejercicio se aplicó el Cuestionario internacional de actividad física (*International Physical Activity Questionnaire*, IPAQ) validado para el contexto mexicano (Cavali-Meza et al., 2016). El IPAQ es un cuestionario autoadministrado que evalúa la actividad física realizada en tres niveles de intensidad según el gasto energético estimado para cada nivel: caminata, intensidad moderada e intensidad vigorosa. Para cada nivel, los participantes informaron la frecuencias de ejecución en días por semana y duración promedio en minutos durante la última semana. Esto permitió calcular los equivalentes metabólicos (MET) por minuto por semana y a su vez pueden ser convertidos a Kcal/día.

Composición corporal. La composición corporal se realizó por medio de bioimpedancia eléctrica tetrapolar a una frecuencia de 1000 kHz utilizando ocho electrodos táctiles (JAWON Medical X-Scan Plus II; Corea), registrando los datos de porcentaje de grasa, masa libre de grasa, tejidos blandos, masa muscular, masa ósea, agua corporal total y agua intracelular. El equipo además arroja un cálculo de gasto energético en reposo del sujeto. Se utilizó la metodología indicada por el fabricante para las mediciones como se describe en otro estudio (Kuri-García et al., 2020).

Índice de masa grasa. Para ponderar la masa grasa en Kg con relación a la estatura, se divide la masa grasa corporal en kilos entre la estatura en metros elevada al cuadrado. Según la encuesta nacional de examen de salud y nutrición de Estados Unidos (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES), los rangos de valoración para mujeres son de 5 a 9 = “normal”, entre 9 y 13 = “masa grasa elevada” y mayor a 13 = “obesidad”. Los rangos para hombres son: de 3 a 6 = “normal”, entre 6 y 9 = “masa grasa elevada” y mayor a 9 = obesidad (Kelly et al., 2009).

Análisis estadístico

Se utilizó el software estadístico SPSS versión 25.0 para realizar los análisis estadísticos. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, las variables de gasto energético e ingesta calórica no presentaron distribución normal. Para comparar los valores en los momentos pre y post de los parámetros de composición corporal se utilizó una prueba *t* de Student de muestras relacionadas. Para comparar las variables de gasto energético

e ingesta calórica se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. Los tamaños de efecto se calcularon utilizando la g de Hedges. Los tamaños de efecto fueron interpretados de la siguiente manera: $< 0.2 =$ trivial, $0.2-0.6 =$ pequeño, $0.6-1.2 =$ moderado, $1.2-2.0 =$ grande, $> 2.0 =$ muy grande. Para establecer la relación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. La significancia estadística se estableció a $p < .05$.

Resultados

La Tabla 4 muestra los datos descriptivos de la edad y estatura de los sujetos participantes al inicio del estudio.

Tabla 4.

Datos descriptivos de los sujetos al inicio del estudio.

Variable	Hombre (n = 10)	Mujer (n = 11)	Total
Edad (años)	23.40 ± 4.35	22.27 ± 5.46	22.81 ± 4.88
Estatura (cm)	176.09 ± 5.42	159.33 ± 4.98	167.31 ± 9.96

Según los criterios de clasificación de adiposidad del IMG, al inicio del estudio los sujetos mostraban la siguiente distribución: 2 personas con grasa debajo de valores normales, 11 personas en rango normal, 6 personas en rango elevado y 2 personas con obesidad.

Antes de iniciar el programa, la encuesta de frecuencia de alimentos arrojó una ingesta calórica de $1,787 \pm 699$ Kcal/día por parte de los sujetos. Los análisis de comparación mostraron diferencias entre la ingesta calórica inicial y el gasto energético en Pre ($2,052 \pm 362$ Kcal/día, $p < .05$) y gasto energético en Post ($2,270 \pm 325$ Kcal/día, $p < .05$), como se muestra en la figura 1.

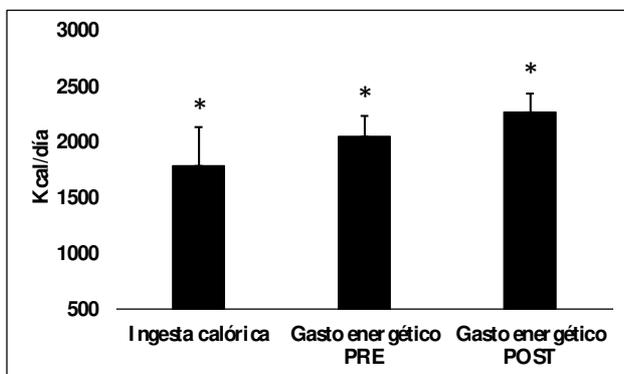


Figura 1. Comparación entre ingesta calórica al inicio del programa y el gasto energético en Pre y POST. Nota. * = Diferencia con los demás valores a $p < .05$.

Tabla 5

Valores descriptivos e inferenciales de variables de composición corporal en pre y post.

	Pre		Post		Δ	Valor t	GL	p	TE
	M	DE	M	DE					
Peso	74.96	21.97	74.3	21.28	-0.66	1.86	20	.08	0.03
Masa libre de grasa	52.50	12.91	52.73	12.87	0.23	-0.92	20	.37	-0.02
Masa grasa (kg)	22.85	13.14	21.88	12.62	-0.97	2.68	19	.02	-0.07
Masa grasa visceral (kg)	3.17	2.48	3.03	2.37	-0.14	1.57	20	.13	-0.05
Índice de masa grasa	8.24	5.04	7.91	4.90	-0.33	2.68	20	.02	-0.07

Notas. M = Media, DE = desviación estándar, GL = grados de libertad, TE = Tamaño del efecto.

La comparación de parámetros de composición corporal arrojó que no se presentaron diferencias en peso, masa libre de grasa ni masa visceral ($p > .05$); solo se encontró

diferencia en masa grasa ($p < .05$) con tamaño de efecto trivial ($g = 0.05$), como se observa en la Tabla 5.

Al analizar la relación entre los cambios de composición corporal con los niveles de AF posterior al tratamiento, se encontró que la AF Total presentaba relación con reducciones en masa grasa en kg ($r = .72$, $p < .01$) porcentaje de masa grasa ($r = .74$, $p < .01$) e IMG ($r = .73$, $p < .01$).

Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una intervención de promoción de actividad física (AF) basada en aplicaciones móviles sobre la composición corporal de estudiantes universitarios durante el confinamiento por pandemia de COVID 19. Los hallazgos principales fueron a) La intervención de AF con ejercicios cardiorrespiratorios y de fuerza utilizando aplicaciones móviles produjo un aumento en gasto energético de los participantes, que provocó un déficit calórico con relación a la ingesta, b) posterior al tratamiento solo se observó diferencia en kg de masa grasa e IMG, pero con tamaños de efecto triviales y c) posterior al tratamiento, el gasto energético de AF total mostró relación con reducciones en masa grasa, porcentaje de masa grasa e IMG.

Los resultados del presente estudio soportan que una intervención utilizando aplicaciones móviles de teléfono inteligente durante una asignatura de AF en universitarios en el contexto de contingencia por COVID-19 aumentó el gasto energético total al incrementar la AF de intensidad baja (caminar), moderada y vigorosa. Esto va en línea con lo reportado por Wahlich et al. (2019), que menciona que intervenciones con aplicaciones móviles aumentan los minutos semanales de AF de moderada a vigorosa (35 min, 27–43; $p < .01$). Los alumnos universitarios que participaron en el estudio tuvieron el soporte de una aplicación de teléfono inteligente durante la ejecución de su programa de ejercicios. El aumento en la AF se puede explicar según lo reportado por Almutari & Orji (2019), quienes evaluaron la posibilidad de las aplicaciones móviles para cambiar las conductas utilizando técnicas de cambios de comportamiento. Ellos sugieren que el uso de estas técnicas tiende a que los sujetos se adhieran más eficazmente al programa. La aplicación utilizada en el presente estudio concuerda con el uso de técnicas catalogadas de influencia social, como son competencia, cooperación y comparación social. El mismo estudio de Almutari & Orji (2019) revela que la mayoría de los estudios (97%) reportan algún tipo de resultado positivo, ya sea total o parcial. Adicionalmente, se ha puesto a prueba otro tipo de técnicas de cambio de comportamiento, como las reportadas por Höchsmann et al. (2019), quienes también declaran que el uso de aplicaciones mejora el cumplimiento de la prescripción de la AF, utilizando técnicas de recompensas, establecer objetivos, planificación de la acción y retroalimentación de desempeño, las cuales también coinciden con las utilizadas en el presente estudio.

Una revisión de la literatura sobre el comportamiento de la AF durante la contingencia por COVID-19 reveló que

los niveles de AF se redujeron en todas las poblaciones estudiadas; además, la mayoría de los estudios muestran que los niveles de sedentarismo aumentaron (Stockwell et al., 2021). Esto puede deteriorar la salud cardiovascular y aumentar el riesgo de muerte prematura en periodos de tiempo tan cortos como de una a cuatro semanas (Peçanha et al., 2020). Adicionalmente, Para el tratamiento del COVID-19 es recomendable apearse a los niveles de AF que marcan los lineamientos de la OMS, para un mejor bienestar mental y físico y una menor prevalencia de sintomatología por COVID-19 (Clemente-Suárez et al., 2022). Ejecutar ejercicio cardiovascular y fortalecer los músculos respiratorios pueden asociarse con un mejor pronóstico y rehabilitación después de COVID-19. Esto refuerza la noción de que, al implementar programas de salud pública preventivos, se deben incluir estrategias de promoción de AF y guías efectivas para disminuir el sedentarismo en un contexto de confinamiento. Dados los numerosos beneficios físicos y mentales del aumento de la AF y la disminución del sedentarismo, se debe prever la creación e implementación de intervenciones remotas en caso de que ocurran otros confinamientos. Sin embargo, el estudio de Memari et al. (2021) sostiene que, al ejecutar programas de AF, las personas enfrentan desafíos individuales y ambientales, como el distanciamiento social, el cierre de clubes deportivos, la cancelación y el aplazamiento de partidos, por lo que las oportunidades para hacer ejercicio son limitadas. Por esta razón, se deben promover estrategias de ejercicios en el hogar, adicionalmente, considerar innovaciones tecnológicas podrían considerarse como una motivación para realizar actividad física.

Por otra parte, la intención principal de este estudio fue analizar el efecto de un programa de AF basado en el uso de Apps móviles en cambios de composición corporal. Se hace notar que en la presente intervención los sujetos no tuvieron orientación nutricional o prescripción de una dieta. Los resultados sugieren que, aunque se nota un aumento en la AF, no se observan cambios en parámetros de composición corporal, excepto masa grasa e IMG con tamaños de efecto triviales. Esto coincide con estudios donde no se han reportado cambios en composición corporal después de intervenciones de AF con apoyo de aplicaciones móviles (Lee et al., 2020) y que sugieren que la AF debe ser complementada con dieta (Chacón-Cuberos et al., 2019). Contrariamente, Cho et al. (2020) evaluaron la efectividad de una aplicación de manejo de peso de teléfono inteligente en modificación de parámetros metabólicos en adultos entre 30 y 59 años con cuando menos dos condiciones de síndrome metabólico. Una bitácora de registro simultáneo de alimentación y ejercicio, además de un persistente entrenamiento de modificación de estilo de vida fue efectiva en bajar peso y masa grasa. Las discrepancias de estos resultados con el presente estudio radican en la falta de utilización de una aplicación de registro de alimentación. Adicionalmente, Lugones-Sánchez et al. (2020) realizaron un estudio con 440 personas entre 20 y 65 años con sobrepeso y obesidad. Se utilizó una pulsera Mi Band 2 de Xiaomi, así como una aplicación que

permitía ingresar ingesta dietaria, que establecía objetivos de pasos diarios, registraba la AF de la banda, comparaba la ingesta y gasto calórico y daba recomendaciones a los usuarios. La intervención produjo mayor reducción de peso (-1.97 kg, 95% CI -2.39 a -1.54) corporal relativo a la consulta estándar (-1.13 kg, 95% CI -1.56 a -0.69). Podemos identificar varias razones que pueden provocar este fenómeno. Uno es el hecho de que sólo el 41.9% de los sujetos del presente estudio estaban catalogados con sobrepeso u obesidad, por lo que, para la mayoría de ellos que mostraban un porcentaje de grasa bajo o normal, les resulta difícil provocar mayores reducciones.

Por otro lado, aunque las diferencias de ingesta y gasto calórico posterior a la intervención mostraban un déficit, es posible que su magnitud no permitía hacer reducciones mayores en el tiempo de la intervención. Se ha propuesto que el déficit adecuado debe estar por encima de 500 kcal/día (Hernández-Reyes et al., 2019), en el presente estudio la diferencia fue de 483 kcal/día en promedio, que aunque no se encuentra tan lejano, no alcanza a cumplir con lo reportado. Los dos estudios donde se encontraron diferencias en composición corporal, además de que fueron en sujetos con sobrepeso y obesidad, lo que difiere con los sujetos del presente estudio. Además, se utilizaron aplicaciones de control de ingesta dietaria. Se considera que complementar la AF con una intervención de dieta hipocalórica acentuaría el déficit energético, provocando mayores reducciones en los sujetos con sobrepeso u obesidad.

Por último, en el presente estudio también se observó una relación entre AF total y reducciones en parámetros de masa grasa. Este estudio coincide con lo reportado en una muestra que de mujeres adultas sanas, quienes al incorporar un programa AF moderada basado en ejercicios aeróbicos a un régimen dietético, la pérdida de peso mejora significativamente; sin embargo, se logra mayor pérdida de grasa realizando AF vigorosa (Hernández-Reyes et al., 2019). En el presente estudio las distintas intensidades por separado no mostraron relación con cambios en masa grasa. Aunque la literatura propone realizar AF en intensidades de moderada a vigorosa, los datos del presente estudio sugieren que es la suma de todas las intensidades de ejercicio lo que se relaciona con cambios en composición corporal de alumnos universitarios. Por otra parte, sería interesante observar cómo una combinación de entrenamiento aeróbico y anaeróbico permitiría conservar o aumentar la masa muscular. En definitiva, los principales resultados obtenidos sugieren que la pérdida significativa de peso se puede logra con una dieta hipocalórica que tenga un déficit energético de 500 kcal/día. Además, la pérdida de peso a dependerá de la incorporación de actividad física medida y controlada, independientemente de su tipología o intensidad (moderada o intensa). Finalmente, dado que la composición corporal cambia a corto plazo cuando se sigue una dieta y un plan de actividad física (independientemente de la intensidad del ejercicio), se sugiere considerar estos factores cuando se tenga la intención de implementar una intervención para mejora de la composición corporal.

Las limitaciones del presente estudio se relacionan al tamaño de la muestra, el cual no permitió ejecutar análisis paramétricos de comparación y correlación en ciertas variables; adicionalmente, la falta de un grupo control imposibilita cuantificar el porcentaje de la varianza atribuible al tratamiento. Los autores identificamos líneas de estudio futuras donde se aumente el tamaño de la muestra y el periodo de intervención. Adicionalmente, se ejecute un ensayo controlado aleatorizado que posibilite ponderar el efecto del uso de las Apps en intervenciones orientadas a modificar variables antropométricas.

Conclusiones

Las intervenciones de AF basadas en el uso de aplicaciones móviles provocan un aumento en el gasto energético de los participantes; sin embargo, esto no se ve reflejado con certeza en los cambios en composición corporal. Por lo tanto, se sugiere que las intervenciones de AF usando aplicaciones móviles sean de mayor duración, además de que se complementen con control dietario.

Referencias

- Al-Azzam, N., Elsalem, L., & Gombedza, F. (2020). A cross-sectional study to determine factors affecting dental and medical students' preference for virtual learning during the COVID-19 outbreak. *Heliyon*, 6(12), e05704. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05704>
- Almutari, N., & Orji, R. (2019). How effective are social influence strategies in persuasive apps for promoting physical activity? A systematic review. *Adaptation and Personalization*, 167–172. <https://doi.org/10.1145/3314183.3323855>
- Aznar, I., Cáceres, M., Trujillo, J., & Romero, J. (2019). Impacto de las apps móviles en la actividad física: un meta-análisis. *Retos*, 36(1), 52–57. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6770637.pdf>
- Basterra-Arroyo, J., & Menescardi-Royuela, C. (2020). Propuesta de innovación interdisciplinar de contenidos de física en las clases de educación física mediante aplicaciones móviles. *Retos*, 2041(38), 255–261. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.73794>
- Bazzocchi, A., Diano, D., Ponti, F., Andreone, A., Sassi, C., Albisinni, U., Marchesini, G., & Battista, G. (2013). Health and ageing: A cross-sectional study of body composition. *Clinical Nutrition*, 32(4), 569–578. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.10.004>
- Bherer, L. (2015). Cognitive plasticity in older adults: Effects of cognitive training and physical exercise. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/nyas.12682>
- Brickwood, K. J., Watson, G., O'Brien, J., & Williams, A. D. (2019). Consumer-based wearable activity trackers increase physical activity participation: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research Mhealth and Uhealth*, 7(4), e11819. <https://doi.org/10.2196/11819>
- Chacón-Cuberos, R., Zurita-Ortega, F., Olmedo-Moreno, E. M., & Castro-Sánchez, M. (2019). Relationship between Academic Stress, Physical Activity and Diet in University Students of Education. *Behavioral Sciences*, 9(59), 1–12. <https://doi.org/10.3390/bs9060059>
- Chaput, J. P., Tremblay, A., Pereira, B., Boirie, Y., Duclos, M., & Thivel, D. (2016). Food intake response to exercise and active video gaming in adolescents effect of weight status. *British Journal of Nutrition*, 115(3), 547–553. <https://doi.org/10.1017/S0007114515004602>
- Cho, S. M. J., Lee, J. H., Shim, J. S., Yeom, H., Lee, S. J., Jeon, Y. W., & Kim, H. C. (2020). Effect of smartphone-based lifestyle coaching app on community-dwelling population with moderate metabolic abnormalities: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), e17435. <https://doi.org/10.2196/17435>
- Cleghorn, C., Wilson, N., Nair, N., Kvizhinadze, G., Nghiem, N., McLeod, M., & Blakely, T. (2019). Health benefits and cost-effectiveness from promoting smartphone apps for weight loss: Multistate life table modeling. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(1), e11118. <https://doi.org/10.2196/11118>
- Clemente-Suárez, V. J., Beltrán-Velasco, A. I., Ramos-Campos, D. J., Mielgo-Ayuso, J., Nikolaidis, P. A., Belando, N., & Tornero-Aguilera, J. F. (2022). Physical activity and COVID-19. The basis for an efficient intervention in times of COVID-19 pandemic. *Physiology & Behavior*, 244(1), 1–12.
- de Oliveira, M., de Oliveira, R., & Correia, A. (2020). Will Virtual Replace Classroom Teaching? Lessons from Virtual Classes via Zoom in the Times of COVID-19. *Journal of Advances in Education and Philosophy*, 04(05), 208–213. <https://doi.org/10.36348/jaep.2020.v04i05.004>
- Díaz-Barahona, J. (2019). Retos y oportunidades de la tecnología móvil en la educación física. *Retos*, 2041(37), 763–773. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.68851>
- Galmés-Panadés, A. M., & Vidal Conti, J. (2019). Cómo fomentar la práctica de ejercicio físico a través de los deberes activos en estudiantes universitarios. *Retos*, 2041(37), 518–526. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.72110>
- Galván-Portillo, M., Torres-Sánchez, L., Hernández-Ramírez, R. U., & Anaya-Loyola, M. A. (2011). Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos para estimación de ingestión de folato en México. *Salud Publica de Mexico*, 53(3), 237–246. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21829889>
- García, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: pre-confinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 9–25.
- Herhaus, B., Ullmann, E., Chrousos, G., & Petrowski, K. (2020). High/low cortisol reactivity and food intake in people with obesity and healthy weight. *Translational Psychiatry*, 10(40), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0729-6>
- Hernández-Reyes, A., Cámara-Martos, F., Molina-Luque, R., Romero-Saldanã, M., Molina-Recio, G., & Moreno-Rojas, R. (2019). Changes in body composition with a hypocaloric diet combined with sedentary, moderate and high-intense physical activity: A randomized controlled trial. *BMC Women's Health*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12905-019-0864-5>
- Höchsmann, C., Infanger, D., Klenk, C., Königstein, K., Walz, S. P., & Schmidt-Trucksäss, A. (2019). Effectiveness of a Behavior Change Technique-Based Smartphone Game to Improve Intrinsic Motivation and Physical Activity Adherence in Patients With Type 2 Diabetes: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 7(1), e11444. <https://doi.org/10.2196/11444>
- Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B. (2009). Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS ONE*, 4(9), 2–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007038>

- King, A. C., Hekler, E. B., Grieco, L. A., Winter, S. J., Sheats, J. L., Buman, M. P., Banerjee, B., Robinson, T. N., & Ciriello, J. (2016). Effects of three motivationally targeted mobile device applications on initial physical activity and sedentary behavior change in midlife and older adults: A randomized trial. *PLoS ONE*, *11*(6), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156370>
- Krebs, P., & Duncan, D. T. (2015). Health App Use Among US Mobile Phone Owners: A National Survey. *JMIR MHealth and UHealth*, *3*(4), e101. <https://doi.org/10.2196/mhealth.4924>
- Kuri-García, A., García-Solís, P., Anaya-Loyola, M. A., Solís-S, J. C., Méndez-Villa, L., & Camacho-Calderón, N. (2020). Original decrease in free fat mass in swimmers after a training period. *Revista Internacional de Medicina, y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, *20*(78), 275–288.
- Lee, J. S., Kang, M. A., & Lee, S. K. (2020). Effects of the e-motivate4change program on metabolic syndrome in young adults using health apps and wearable devices: Quasi-experimental study. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(7), e17031. <https://doi.org/10.2196/17031>
- López-Valenciano, A., Suárez-Iglesias, D., Sanchez-Lastra, M. A., & Ayán, C. (2021). Impact of COVID-19 Pandemic on University Students' Physical Activity Levels: An Early Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, *11*(1), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.624567>
- Lugones-Sanchez, C., Sanchez-Calavera, M. A., Repiso-Gento, I., Adalia, E. G., Ignacio Ramirez-Manent, J., Agudo-Conde, C., Rodriguez-Sanchez, E., Gomez-Marcos, M. A., Recio-Rodriguez, J. I., Garcia-Ortiz, L., Ortiz, L. G., Recio Rodriguez, J. I., Lugones-Sanchez, C., Gomez-Marcos, M. A., Agudo-Conde, C., Alonso-Dominguez, R., Sanchez-Aguadero, N., de Cabo-Laso, A., Rodriguez-Martin, C., ... Junquera-Del Pozo, M. E. (2020). Effectiveness of an mHealth intervention combining a smartphone app and smart band on body composition in an overweight and obese population: Randomized controlled trial (EVIDENT 3 study). *JMIR MHealth and UHealth*, *8*(11), 1–21. <https://doi.org/10.2196/21771>
- Memari, A. H., Selk-Ghaffari, M., Khosravi, A., & Kordi, R. (2021). Action plan to increase physical activity during the COVID-19 pandemic. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, *21*(4), 514–516. <https://doi.org/10.18295/squmj.4.2021.053>
- Merino-Marban, R., Mayorga-Vega, D., Fernandez-Rodriguez, E., Estrada, F. V., & Viciano, J. (2015). Effect of a physical education-based stretching programme on sit-and-reach score and its posterior reduction in elementary schoolchildren. *European Physical Education Review*, *21*(1), 83–92. <https://doi.org/10.1177/1356336X14550942>
- Middelweerd, A., Mollee, J. S., van der Wal, C. N., Brug, J., & Te Velde, S. (2014). Apps to promote physical activity among adults: A review and content analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*(1), 97–106.
- OMS. (1995). Physical status: The use and interpretation of anthropometry. In *Journal of Geriatric Oncology* (Vol. 1, Issue 1, pp. 40–44). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>
- OMS. (2019). *Plan de acción mundial sobre actividad física 2018-2030: personas más activas para un mundo más sano*. Organización Mundial de La Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/327897>
- Peçanha, T., Goessler, K. F., Roschel, H., & Gualano, B. (2020). Social isolation during the COVID-19 pandemic can increase physical inactivity and the global burden of cardiovascular disease. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, *318*(6), H1441–H1446. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00268.2020>
- Ramírez-Vélez, R., Correa-Bautista, J. E., Sanders-Tordecilla, A., Ojeda-Pardo, M. L., Cobo-Mejía, E. A., Castellanos-Vega, R. del P., García-Hermoso, A., González-Jiménez, E., Schmidt-Riovalle, J., & González-Ruiz, 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), 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu9091009>
- Schoeppe, S., Alley, S., Van Lippevelde, W., Bray, N. A., Williams, S. L., Duncan, M. J., & Vandelandotte, C. (2016). Efficacy of interventions that use apps to improve diet, physical activity and sedentary behaviour: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *13*(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0454-y>
- Stockwell, S., Trott, M., Tully, M., Shin, J., Barnett, Y., Butler, L., McDermott, D., Schuch, F., & Smith, L. (2021). Changes in physical activity and sedentary behaviours from before to during the COVID-19 pandemic lockdown: A systematic review. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, *7*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000960>
- Toomey, C. M., Cremona, A., Hughes, K., Norton, C., & Jakeman, P. (2015). A review of body composition measurement in the assessment of health. *Topics in Clinical Nutrition*, *30*(1), 16–32. <https://doi.org/10.1097/TIN.000000000000017>
- VanItallie, T., Yang, M.-Y., Heymsfield, S., Funk, R., & Boileau, R. (1990). Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *American Journal of Clinical Nutrition*, *52*(6), 953–959.
- Wahlich, C., Chaudhry, U. A. R., Fortescue, R., Cook, D. G., Hirani, S., Knightly, R., & Harris, T. (2019). Long-term follow-up and objective physical activity measurements of community-based physical interventions in adults: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, *394*(1), S96. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)32893-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)32893-4)
- Yu, J., & Jee, Y. (2021). Analysis of online classes in physical education during the covid-19 pandemic. *Education Sciences*, *11*(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/EDUC-SCI11010003>