

Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada en la composición corporal de estudiantes universitarios: un estudio piloto

Autores:

Parada Flores Bastian, Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Chile, paradafloresbastian@gmail.com

Lara Aravena, Daniela, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile, dlara7@santotomas.cl

Pino Bárcena, Constanza, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile, constanzapinob@gmail.com

Saavedra Godoy, Sofía, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile, saavedra.sofi16@gmail.com

Levín Catrileo, Álvaro, Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física, Facultad de Ciencias de Educación, Universidad Católica del Maule, Chile, alvarolevin7@gmail.com

Vargas Vitoria, Rodrigo, Facultad de Educación, Pedagogía en Educación Física, Universidad Católica del Maule, Chile, rvargas@ucm.cl

Resumen

Se reportan estilos de vida no saludables en la población universitaria, caracterizados por exceso de peso corporal e inactividad física, lo cual afecta la composición corporal (CC) y aumenta el riesgo de enfermedades no transmisibles (ENT). El ejercicio físico tradicional es efectivo para la recomposición corporal, sin embargo, su exigencia y dificultad complejiza su práctica, por lo que surge el interés de investigar los efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada (EIIM) de bajo volumen e intensidad, que ha sido poco aplicado en el ámbito de salud. **Objetivo:** Analizar los efectos del EIIM en la CC de estudiantes universitarios. **Métodos:** Estudio cuasiexperimental de 5 semanas. Participaron 28 estudiantes (14 mujeres y 14 hombres) de $22 \pm 3,4$ años, pertenecientes a una universidad privada con subvención estatal del Maule, Chile. El grupo de intervención ($n=14$) aplicó el EIIM, mientras el grupo control ($n=14$) continuó con sus actividades regulares. **Resultados:** Se reportó una mejora significativa en %GC ($p=0,04$; $d=0,9$), MG (kg) ($p=0,007$; $d=0,7$), FCrec ($p=0,001$; $d=1$) y NAF ($p=0,009$; $d=1$) en el grupo EIIM respecto del grupo de control y de la pre-intervención. Asimismo, mejoró el peso corporal ($p=0,04$) e IMC ($p=0,04$) entre el pre-post EIIM, mientras el grupo control empeoró la MMS ($p=0,04$) y MG ($p=0,04$). **Conclusión:** El EIIM es una estrategia efectiva para mejorar la CC de estudiantes universitarios a corto plazo,

además de variables nutricionales y de aptitud física. Se destaca su fácil aplicabilidad, bajo volumen e intensidad, siendo factible su incorporación en los programas de salud estudiantil.

Palabras claves: Ejercicio interválico; Inactividad física; Masa grasa; Masa libre de grasa; Masa magra seca.

Introducción

El exceso de peso corporal y la inactividad física son problemas prevalentes en la población adulta, tanto a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020), como nacional (Ministerio de Salud [MINSAL], 2018), siendo dos de los principales factores de riesgo de tipo comportamental para el desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT), las cuales provocan más de cinco millones de muertes al año en todo el mundo (Global Burden of Disease [GBD], 2020). En Chile, según el último reporte de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) (MINSAL, 2018), el 74,2% de las personas mayores de 18 años presentan exceso de peso corporal, de los cuales un 31,4% tiene obesidad y un 3,4% obesidad mórbida; asimismo, se estima que un 35,1% de estos son físicamente inactivos.

En base a lo anterior, la etapa universitaria juega un rol fundamental en el desarrollo de hábitos de actividad física (AF) y conductas alimentarias, debido a los cambios que experimentan los estudiantes en sus estilos de vida a nivel social, cultural y fisiológico, producto del inicio de una vida independiente y autónoma (Martins & Figueroa, 2020). En este contexto, estudios (Vásquez-Gómez et al, 2018; Contreras-Mellado et al, 2022) reportan estilos de vida poco saludables en estudiantes universitarios chilenos, caracterizados por bajos niveles de AF, una alimentación desbalanceada dada por el poco consumo de frutas, verduras, lácteos y leguminosas, así como una alta ingesta de comida chatarra; además de un excesivo consumo de tabaco y alcohol (Martins & Figueroa, 2020), lo que afecta perjudicialmente a su estado de salud y podría volverse perdurable una vez iniciando su vida profesional, haciendo de esta etapa una transición hacia el desarrollo de ECNT (Vásquez-Gómez et al, 2018).

La inactividad física representa la insuficiente cantidad de AF realizada por una persona para mantener un adecuado estado de salud, caracterizándose por no cumplir con las recomendaciones mundiales de la OMS, las cuales indican para la población adulta la realización mínima de 150-300 minutos de AF aeróbica moderada a la semana o bien, 75-150 minutos de AF vigorosa, incluso pudiendo combinarlas para lograr un mínimo de 600 MET's (Metabolic Equivalent of Task) semanales (OMS, 2020). Por otra parte, el exceso de peso corporal se determina mediante la valoración del estado nutricional, a través del índice de masa

corporal (IMC), considerándose como un peso excesivo cuando es $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ (Moreno, 2012), aunque existen otros indicadores como el porcentaje de grasa corporal (%GC), donde el sobrepeso se determina con un valor $\geq 21\%$ en hombres y $\geq 26\%$ en mujeres (Forbes, 2012).

La AF planificada, estructurada, repetitiva y realizada para un objetivo específico, se denomina ejercicio físico (EF) (OMS, 2010), el cual ha demostrado ser una estrategia efectiva para la recomposición corporal de adultos (Carmona et al, 2021), es decir, la disminución de la masa grasa y el aumento de masa muscular, provocando beneficios significativos para el control del peso corporal y la salud en general.

Entre los métodos de EF estudiados se encuentra el ejercicio interválico (EI), el cual consiste en una combinación secuencial de intervalos de trabajo y recuperación (Cofré-Bolados et al, 2016), pudiendo ser ejecutado a una intensidad alta, mediana o baja. El EI reporta numerosas ventajas para la salud metabólica y la composición corporal (CC) (Parada-Flores et al, 2023; Hsu et al, 2019). Asimismo, en comparación con otras modalidades, como el aeróbico continuo o el de fuerza, ejercitarse mediante intervalos puede provocar un efecto y adaptación similar o mayor en las diversas variables de función corporal relacionadas con la salud, en un menor tiempo de ejecución (Ortiz et al, 2018), siendo metodológicamente favorable para las intervenciones en personas sin adaptación al EF e incluso en aquellas con patologías de base (Parada-Flores et al, 2023). En este contexto, la modalidad de EI más estudiada y practicada es el entrenamiento interválico de alta intensidad o HIIT, por sus siglas en inglés (High Intensity Interval Training), sin embargo, este tipo de programas presentan un alto grado de exigencia en su ejecución, debido a sus ejercicios de gran esfuerzo y a cortos períodos de recuperación, siendo más complejos de llevar a cabo para aquellas personas reacias a la práctica de EF (Ortiz et al, 2018). Por otra parte, una modalidad menos exigente es el ejercicio interválico de intensidad moderada (EIIM), que consiste en intercalar ejercicios de esfuerzo moderado y bajo, manteniendo la estructura basada en intervalos mientras se disminuyen las cargas de trabajo; sin embargo, este método ha sido poco explorado en el ámbito de la salud, a pesar de su factibilidad para personas sin adaptación al EF.

Considerando los hábitos y conductas poco saludables de estudiantes universitarios mencionadas anteriormente y siendo esta etapa un período clave para la estimulación de actividades de promoción y prevención en salud (Contreras-Mellado et al, 2022), el presente estudio piloto tuvo por objetivo analizar los efectos de un programa de EIIM en la CC de estudiantes universitarios de la Región del Maule, Chile.

Métodos

Diseño de estudio

Estudio piloto con enfoque cuantitativo, alcance exploratorio y descriptivo, de corte longitudinal y de tipo cuasi experimental con diseño de pre y post prueba y grupo control, conformándose un grupo de intervención con EF y otro de control. Se desarrolló durante los meses de octubre y noviembre de 2024.

Variables

La variable dependiente fue la CC, determinada por mediciones de porcentaje de grasa corporal (%GC [%]), masa grasa (MG [kg]), masa libre de grasa (MLG [kg]) y porcentaje de MLG (%), y masa magra seca (MMS [kg]), mediante el examen de bioimpedancia.

La variable independiente fue el EF desarrollado a través de un programa de EIIM en cicloergómetro, con una estructura de 1'x1'x7, que consistió en realizar 7 repeticiones (reps) de 1 minuto de duración pedaleando al 70% de la frecuencia cardíaca de trabajo (FCT), intercaladas con períodos de recuperación activa de 1 minuto al 40% de la FCT, cumpliendo con un volumen de sesión de 14 minutos.

De manera secundaria, se consideraron variables nutricionales como el peso corporal (kg) y el IMC (kg/m^2), calculado mediante la fórmula $\text{peso}(\text{kg})/\text{estatura}(\text{m})^2$; la Tasa Metabólica Basal (TMB) en kcal/día; el Nivel de Actividad Física (NAF) en MET's/sem y las variables de aptitud física como Frecuencia cardíaca de reposo (FCrep [ppm]), que consiste en las pulsaciones por minuto que presenta un individuo en posición sedente y en estado de calma; la FCT, que es la cantidad de latidos por minuto durante el EF, predeterminado por porcentajes de cargas calculados mediante la fórmula de Tanaka, Monahan y Seals (Tanaka et al, 2001): $FCT = FCrep + (\text{Frecuencia cardíaca máxima} - FCrep) \times \text{porcentaje de carga}$, donde *Frecuencia cardíaca máxima* se calculó mediante la ecuación $FCmáx = 208 - 0.7 \times \text{edad}$ (20); y finalmente, la Frecuencia cardíaca de recuperación (FCrec [ppm]), que es la cantidad de latidos por minuto registradas 1 minuto después de haber finalizado el EF, e indica la capacidad de recuperación del sistema cardiorrespiratorio.

Población y muestra

Participaron 28 estudiantes universitarios, 14 en el grupo EIIM y 14 en el grupo control; hombres y mujeres, de 18 a 35 años de edad, pertenecientes a una universidad privada con

subvención estatal de la Región del Maule, Chile. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los participantes según su disponibilidad y accesibilidad, luego de un proceso de invitación y difusión masiva mediante afiches informativos digitales y correos electrónicos. El tamaño muestral fue calculado considerando un nivel alfa de 0,05, con una potencia de 80% y una pérdida esperada del 15%, mediante el programa G-Power (versión 3.1.9.6, Franz Faul, Universiät Kiel, Kiel, Alemania).

Criterios de inclusión

- a) Adultos (hombres y mujeres) de 18 a 35 años de edad.
- b) Estudiantes regulares matriculados en la universidad donde se llevó a cabo el estudio.
- c) Personas con un IMC sobre los valores de bajo peso ($\geq 18,5$ kg/m²) e inferior a los de obesidad mórbida (< 40 kg/m²).
- d) Personas que presentaron un nivel de actividad física (NAF) bajo, según reporte del International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).
- e) Personas físicamente autónomas, capaces de desplazarse con normalidad, sin la ayuda de terceros o instrumentos terapéuticos y que no presentaban contraindicaciones médicas para realizar EF.
- f) Personas que firmaron el consentimiento informado donde declararon explícitamente que su participación en el estudio fue totalmente voluntaria.

Criterios de exclusión

- a) Personas que no hayan podido ser evaluadas con bioimpedancia debido a la utilización de elementos metálicos permanentes, tales como prótesis, marcapasos u órtesis metálicas como parte de un tratamiento.
- b) Personas con lesiones musculoesqueléticas o contraindicaciones médicas (cardiopatías congénitas, fiebre, diarrea o malestar general) que impidieran el normal desempeño en las evaluaciones e intervenciones.
- c) Personas con necesidades educativas permanentes.
- d) Personas en etapa de gestación.
- e) Estudiantes que terminaron su vínculo con el establecimiento educacional en cuestión antes o durante el desarrollo del proyecto.

Materiales e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó una balanza con tallímetro marca SECA, modelo 769, para medir el peso corporal (kg) y la estatura (cm) de los participantes. Los datos recabados se utilizaron para calcular el IMC (relacionado a uno de los criterios de inclusión) y para ingresar la información al bioimpedanciómetro, además de *Sexo* y *Edad*.

La evaluación de los NAF se llevó a cabo aplicando la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física o IPAQ (por sus siglas en inglés) (IPAQ, 2009). Este instrumento consiste en un cuestionario de autorreporte compuesto por siete preguntas relacionadas a las actividades físicas desarrolladas en los últimos siete días y a la estimación del tiempo efectuado para llevarlas a cabo, permitiendo clasificar el NAF según las categorías Bajo, Moderado o Alto (Craig et al, 2003). Presenta una validez y confiabilidad aceptada internacionalmente, a través de pruebas piloto realizadas en doce países durante el año 2000, arrojando un coeficiente de correlación de Spearman de 0,8 para confiabilidad y una validez de 0,3 (Craig et al, 2003). Asimismo, el instrumento está validado y adaptado al idioma español y al contexto universitario (Palma-Leal et al, 2022).

Para evaluar la CC pre y post intervención se utilizó un bioimpedanciómetro Bodystat Quadscan 4000 (Bodystat, 2020). La bioimpedancia es una prueba objetiva, rápida, indolora y no invasiva, validada a nivel internacional (Sun et al, 2003), así como en la población adulta de Chile (Schifferli et al, 2020), la cual permite estimar la CC mediante la emisión de una corriente eléctrica de alta frecuencia (50 kHz) que se transmite por los tejidos corporales a través de electrodos situados en puntos anatómicos específicos, generando valores de resistencia (R) y reactancia (X_c) con los cuales se calcula la impedancia total (Z) y mediante ecuaciones de predicción ajustadas con datos como sexo, edad, talla y peso corporal, se estima la cantidad de masa grasa, masa libre de grasa, masa magra seca, agua corporal total, entre otros indicadores (Alvero-Cruz et al, 2011).

Durante el desarrollo del programa de EF se utilizaron cicloergómetros marca Schiller, modelo ERG 910 Plus, los cuales cuentan con un mecanismo de regulación de cargas de tipo manual, determinado por cinco niveles de intensidad. Asimismo, se utilizaron pulsómetros marca Polar v800 para el monitoreo de la frecuencia cardíaca antes, durante y post sesión de EF, con el fin de controlar las variables de FCrep, FCT y FCrec.

Finalmente, para el registro de asistencia a las sesiones y los datos de monitoreo de la frecuencia cardíaca, se utilizó una planilla en formato físico y digital denominada “Ficha individual de registro y monitoreo”.

Procedimientos

El estudio tuvo una duración de siete semanas, considerando el pre-test, programa de EIIM y post-test.

Pre-test: Se evaluó el peso corporal, la estatura y la CC de todos los participantes (grupo de intervención y grupo control) en un laboratorio de valoración nutricional climatizado a 23°C, por medio de una nutricionista profesional (DLA). El protocolo para la bioimpedancia consistió en ubicarse en posición decúbito dorsal sobre una camilla plana, acolchada y con estructura de madera, para evitar interferencias producidas por elementos metálicos. Los brazos debían estar extendidos y apartados del torso en un ángulo de aproximadamente 30° y las piernas, también extendidas, con los pies apoyados sobre la superficie y ligeramente separados. Cumpliendo estrictamente con el protocolo establecido por el fabricante (Bodystat, 2020), se colocó un par de electrodos en la parte posterior de la muñeca y mano derecha, uno de estos (cable positivo) en la zona proximal a la tercera articulación metacarpofalángica, mientras que el otro (negativo) en la cabeza del cúbito. El otro par de electrodos se ubicó en el tobillo y dorso del pie derecho, uno de estos (positivo) en la zona proximal a la tercera articulación metatarsofalángica y el otro (negativo) entre los maléolos lateral. Asimismo, para efectos de objetividad, los participantes fueron evaluados con un ayuno de seis horas, sin haber realizado EF al menos 12 horas antes, sin uso de artefactos metálicos y después de haber orinado, con el fin de evitar alteraciones en los resultados.

La evaluación de los NAF se llevó a cabo mediante un Profesor de Educación Física (BPF), a través de la versión corta del IPAQ, aplicado el mismo día de las demás evaluaciones.

Al finalizar las evaluaciones, se realizó una clase inductiva de EF al grupo de intervención para explicar el protocolo a realizar en las sesiones de EIIM.

Finalmente, se solicitó a todos los participantes seleccionados (grupo de intervención y grupo control) que continuaran con su estilo de vida regular.

Programa de EF

El programa de EF consistió en un protocolo EIIM con estructura de 1'x1'x7, de 5 semanas de duración, con una frecuencia de 2 sesiones por semana. Cada sesión estuvo compuesta por una fase de calentamiento corporal de 5 minutos, una fase de ejecución de EIIM de 14 minutos y una vuelta a la calma de otros 5 minutos.

El calentamiento corporal contempló una serie de ejercicios dinámicos de baja intensidad para la activación cardiovascular, movilidad articular y estiramientos musculares, principalmente en los segmentos de tren inferior: movilidad de tobillos, rodillas y cadera, así como estiramientos dinámicos de gastrocnemios, isquiotibiales, cuádriceps y glúteos.

La fase de ejecución del programa consistió en ejercicios interválicos sobre un cicloergómetro, con una estructura de, la cual consiste en realizar 7 repeticiones (reps) de 1 minuto de duración, pedaleando al 70% de la frecuencia cardíaca de trabajo (FCT), intercaladas con períodos de recuperación activa de 1 minuto al 40% de la FCT, cumpliendo con un volumen de sesión de 14 minutos.

La vuelta a la calma consistió en elongaciones musculares similares a las del calentamiento, acompañado de trabajo de control respiratorio, inmediatamente después de cada sesión.

Finalmente, cabe destacar que cada fase fue obligatoria, incluyendo al menos tres momentos de hidratación: antes, durante y después del EF.

Post-test

Al finalizar el programa de EIIM, nuevamente se realizaron las evaluaciones de CC, además de las variables secundarias como peso corporal, IMC, TMB, NAF, FCrep y FCrec, mediante los mismos protocolos del pre-test, con el fin de comparar los resultados pre y post intervención.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa SPSS Statistics 22. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de los datos. Se compararon las características de base de la muestra mediante la *t-student para muestras independientes* en las variables paramétricas y la prueba de *U de Mann-Whitney* en las no paramétricas. Se utilizó la *t-student para muestras relacionadas* y el *test de Wilcoxon* para comparar las variables paramétricas y no paramétricas, respectivamente, entre la pre y post intervención. Se aplicó la prueba *ANOVA de medidas repetidas* para medir los efectos intra-sujetos (pre versus post) e inter-sujetos (EIIM versus grupo control) del programa de EF sobre las variables de estudio. Asimismo, se aplicó la *d de Cohen* para medir el tamaño del efecto de los análisis realizados, clasificando los resultados según un efecto pequeño (0,2), moderado (0,5) o grande (0,8) (López & Ardura, 2023). El nivel de significancia estadística establecido fue de $<0,05$, con un intervalo de

confianza del 95%. Sólo fueron considerados en el análisis final los datos provenientes de participantes que cumplieron con al menos un 60% de asistencia a las sesiones.

Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Científico (CEC) de la UST, Chile, macrozona centro-sur, mediante el Informe/Carta N°: 24-73; entidad acreditada según la Resolución N° 23136643/2023 de la SEREMI DE SALUD. Asimismo, fue autorizado por la Dirección y Jefatura de carrera de Nutrición y Dietética, UST, sede Talca, así como de la Dirección Académica del establecimiento.

Para su desarrollo, se consideraron los principios éticos de la Declaración de Helsinki propuestos para la investigación médica en seres humanos, conforme a la última actualización de la Asociación Médica Mundial (AMM) en la 64a Asamblea General, Fortaleza, Brasil (AMM, 2013). Asimismo, cada participante del estudio tuvo que firmar un consentimiento informado, el cual fue previamente aprobado por el CEC, UST.

Resultados

Inicialmente se reclutó a 32 participantes (16 por cada grupo) para el presente estudio piloto de 5 semanas de duración. Durante su desarrollo, dos participantes solicitaron retirarse por motivos personales, mientras que otros dos no cumplieron con el mínimo de asistencia a las sesiones establecido ($\geq 60\%$), quedando 28 para la intervención. De esta manera, 14 formaron parte del grupo control (7 mujeres y 7 hombres) y 14 realizaron el programa de EIIM (7 mujeres y 7 hombres). Todos los participantes eran físicamente inactivos (< 600 MET's por semana). El IMC varió entre 21,1 y 39,8 kg/m², es decir, se encontraban entre las clasificaciones de normopeso, sobrepeso y obesidad grado I y II. En cuanto a las características de base, la comparación entre grupos no arrojó diferencias significativas (Tabla 1).

Tabla 1. Características basales de los participantes del grupo de intervención (EIIM) y el grupo control.

| | Grupo EIIM | Grupo control | <i>p</i> valor | Tamaño del efecto |
|--------------------------|-------------|---------------|----------------|-------------------|
| | Media ± DE | Media (DE) | | <i>d</i> |
| n | 14 | 14 | | |
| Sexo (M/H) | 7/7 | 7/7 | | |
| Edad (años) | 22,6 ± 4,8 | 21,3 ± 2,4 | 0,56 | 0,34 |
| Peso corporal (kg) | 66,7 ± 13,3 | 76,1 ± 16,1 | 0,3 | -0,63 |
| IMC (kg/m ²) | 28,8 ± 8,3 | 31 ± 5,8 | 0,61 | -0,30 |
| MG (kg) | 24,9 ± 11,8 | 31,9 ± 11,8 | 0,66 | -0,59 |
| %GC (%) | 35,8 ± 11,2 | 40,5 ± 7,8 | 0,42 | -0,48 |
| MLG (kg) | 41,7 ± 4,2 | 44,1 ± 4,6 | 0,37 | 0,81 |
| %MLG (%) | 64,1 ± 11,2 | 59,4 ± 7,8 | 0,42 | 0,48 |
| MMS (kg) | 11,5 ± 1,3 | 13,5 ± 2,1 | 0,05 | -1,14 |
| FCrep (ppm) | 83 ± 12,9 | 79,8 ± 7,8 | 0,65 | 0,30 |
| FCT70% (ppm) | 163 ± 3,8 | 164 ± 2,4 | 0,66 | -0,31 |
| FCT40% (ppm) | 129 ± 7,4 | 128 ± 5,9 | 0,79 | 0,14 |
| FCrec (ppm) | 30 ± 4,5 | 30,1 ± 5,1 | 0,86 | -0,02 |
| NAF (MET's/sem) | 401 ± 119 | 410 ± 123 | 0,90 | -0,07 |
| TMB (kcal/día) | 1405 ± 67,5 | 1489 ± 111 | 0,14 | -0,91 |

Nota. IC: 95%; *: $p < 0,05$; *d*: *d* de Cohen; DE: desviación estándar; M: mujer; H: hombre; IMC: índice de masa corporal; MG: masa grasa; %GC: porcentaje de grasa corporal; MLG: masa libre de grasa; %MLG: porcentaje de masa libre de grasa; MMS: masa magra seca; FCrep: frecuencia cardíaca de reposo; FCT: frecuencia cardíaca de trabajo; FCrec: frecuencia cardíaca de recuperación; Ppm: pulsaciones por minuto; NAF: nivel de actividad física; MET: Metabolic Equivalent of Task (Unidad Metabólica de Reposo); TMB: Tasa Metabólica Basal.

En una comparación entre la pre y post intervención, los efectos del programa de EIIM reportaron mejoras significativas en las variables de peso corporal ($p=0,048$), IMC ($p=0,046$), MG (kg) ($p=0,047$), FCrec ($p=0,01$) y NAF ($p=0,021$), lo que indica que la intervención fue favorable para indicadores relacionados al estado nutricional, la CC y al incremento y adaptación a la AF. Asimismo, el análisis inter-sujetos reportó diferencias significativas de CC entre el grupo de intervención y el grupo control, post intervención, específicamente en %GC ($p=0,04$) y MG ($p=0,007$), con tamaños del efecto *grande* ($d=0,97$) y *moderado* ($d=0,92$), respectivamente, dado por un efecto*tiempo que demuestra que el programa EIIM fue beneficioso sobre estas variables.

La FCrec ($p=0,001$) y el NAF ($p=0,009$) también mejoraron significativamente respecto de la pre-intervención y el grupo control, con tamaños del efecto grande ($d=1,56$; $d=1,87$).

Por otra parte, el grupo control reportó un incremento significativo en la MMS ($p=0,04$) y MG ($p=0,04$) tras comparar los valores pre y post test, que da cuenta de un empeoramiento de las variables mencionadas.

Tabla 2. Diferencias en las medidas de resultado intragrupo e intergrupo de EIIM y grupo control.

| Variables | Grupo EIIM | | | | Grupo Control | | | | EIIM vs Grupo Control | | |
|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|
| | Pre (Media±DE) | Post (Media±DE) | Dif. medias (IC; 95%) | <i>p</i> valor | Pre (Media±DE) | Post (Media±DE) | Dif. medias (IC; 95%) | <i>p</i> valor | <i>f</i> | <i>p</i> valor | <i>d</i> |
| Peso corporal (kg) | 66,7±13,3 | 65,7±13,2 | 1,06 (0,03; 2,1) | 0,04* | 76,1±16,1 | 76,4±16,4 | -0,31 (-1,64; 1,01) | 0,56 | 4,45 | 0,06 | 0,44 |
| IMC (kg/m ²) | 28,8±8,3 | 28,4±8,2 | 0,45 (0,00; 0,89) | 0,04* | 31±5,8 | 31,1±5,9 | - 0,11 (-0,68; 0,45) | 0,62 | 4,04 | 0,07 | -0,37 |
| %GC (%) | 35,8±11,2 | 34,9±3,7 | 0,96 (-0,43; 2,36) | 0,13 | 40,5±7,8 | 40,8±7,7 | -0,28 (-0,68; 0,12) | 0,13 | 5,56 | 0,04* | 0,97 |
| MG (kg) | 24,9±11,8 | 23,9±11,3 | 1 (0,02; 1,97) | 0,04* | 31,9±11,8 | 32,3±11,9 | -0,36 (-0,72; -0,00) | 0,04* | 11,1 | 0,007* | 0,72 |
| %MLG (%) | 64,1±11,2 | 65±10,7 | 0,95 (-2,31; 0,419) | 0,13 | 59,4±7,8 | 59,1±7,7 | 0,28 (-0,12; 0,68) | 0,13 | 4,92 | 0,05 | 0,63 |
| MLG (kg) | 41,7±4,2 | 41,7±3,5 | 0,03 (-1,17; 1,24) | 0,94 | 44,1±4,6 | 44,1±4,8 | 0,05 (-0,95; 1,05) | 0,90 | 0,01 | 0,97 | -0,57 |
| MMS (kg) | 11,5±1,3 | 11,4±1,1 | 0,11 (-0,29; 0,52) | 0,49 | 13,5±2,1 | 13,4±2,2 | 0,066 (0,01; 0,12) | 0,04* | 0,09 | 0,76 | 1,14 |
| FCrep (ppm) | 83 ± 12,9 | 81,3±13 | 1,33 (-0,24; 2,91) | 0,08 | 79,8±7,8 | 78,8±8,4 | 1 (-0,75; 2,75) | 0,20 | 0,13 | 0,72 | 0,22 |
| FCrec (ppm) | 30 ± 4,5 | 38,5±7,3 | -8,83 (-14,4; -3,22) | 0,01* | 30,1±5,1 | 28,1±5,9 | 2 (-1,04; 5,04) | 0,15 | 19,0 | 0,001* | 1,56 |
| NAF (MET's/sem) | 401 ± 119 | 581,8±32 | -180,6 (-320; -40,5) | 0,02* | 410±123 | 413±123 | -3,50 (-28,6; 12,3) | 0,37 | 10,52 | 0,009* | 1,87 |
| TMB (kcal/día) | 1405 ± 67,5 | 1408±60,9 | -2,83 (38,2; 32,6) | 0,84 | 1489±111 | 1497±128 | -8,16 (-12,7; 5,71) | 0,35 | 0,11 | 0,74 | -0,88 |

Nota. IC: 95%; *: $p < 0,05$; DE: desviación estándar; *f*: ANOVA medidas repetidas; *d*: *d* de Cohen; IMC: índice de masa corporal; %GC: porcentaje de grasa corporal; MG: masa grasa; %MLG: porcentaje de masa libre de grasa; MLG: masa libre de grasa; MMS: masa magra seca; FCrep: frecuencia cardíaca de reposo; FCrec: frecuencia cardíaca de recuperación; Ppm: pulsaciones por minuto; NAF: nivel de actividad física; MET: Metabolic Equivalent of Task (Unidad Metabólica de Reposo); TMB: Tasa Metabólica Basal.

Discusión

Los hallazgos principales de este estudio reportan una mejora significativa del EIIM en los parámetros de MG, sea en términos de porcentaje (%GC) como en valores absolutos (kg), FCrec y NAF, además de peso corporal e IMC en el grupo de intervención, demostrando que un programa de ejercicio interválico de bajo volumen e intensidad es beneficioso para las variables nutricionales, de CC y de aptitud física en estudiantes universitarios físicamente inactivos. Esto demuestra la importancia del EF en esta población, considerando además que la disminución del peso corporal, IMC y MG se asocia con un factor protector para disminuir las probabilidades de desarrollar ECNT (Palacios-Colunga et al, 2021).

De acuerdo con la literatura, las recomendaciones mundiales de AF para la población adulta establecidas por la OMS determinan un mínimo de 150-300 minutos semanales de AF aeróbica moderada o bien, 75-150 minutos de AF vigorosa, cumpliendo con un gasto energético semanal igual o mayor a 600 MET's para obtener beneficios en términos de salud (OMS, 2020). Sin embargo, en el presente estudio se demostraron mejoras significativas en indicadores de salud mediante un programa de menor volumen, intensidad, frecuencia y consumo energético, estimándose un gasto semanal proveniente del EIIM de sólo 280 MET's de acuerdo a los equivalentes metabólicos estandarizados (Mendes et al, 2018), tras considerar un gasto de 7,5 MET's en cada intervalo de mayor esfuerzo y de 6 MET's durante los períodos de recuperación, sumado a los tiempos de calentamiento y vuelta a la calma. En este contexto, los resultados derivados del IPAQ arrojaron que los niveles de AF de los participantes del grupo EIIM aumentaron significativamente entre el pre-test y post-test (+181 MET's; $p=0,021$), sin embargo, de acuerdo a los criterios de clasificación de la OMS (2020) y del mismo instrumento (IPAQ, 2009), la muestra continuó siendo físicamente inactiva, con una media de 581 MET's, lo que demuestra que los efectos del EF no dependen del gasto energético extra implicado en estas actividades, sino de las adaptaciones fisiológicas que se logran con la iniciación a una vida activa.

Un parámetro relacionado con adaptaciones cardiovasculares que arrojó cambios significativos con el EIIM fue la FCrec, la cual se refiere a la diferencia entre la FC máxima alcanzada durante el EF y la FC medida 1 minuto después de haberlo finalizado, siendo un factor determinante en el índice de recuperación y su incremento se asocia a la mejora de la aptitud física y la salud cardiovascular (Qiu et al, 2017). En el presente estudio, se destaca que la FCrec aumentó en

8,5 ppm respecto del pre test ($p=0,01$) y hubo una diferencia de 10,8 ppm con un tamaño del efecto *grande* en comparación con el grupo control ($p=0,001$; $d= 1,56$).

En cuanto a los aspectos metodológicos de esta intervención, el programa EIIM se caracterizó por la combinación secuencial de intervalos de trabajo a intensidad moderada (70%FCT) y de recuperación a intensidad baja (40%FCT), eludiendo las cargas de alta intensidad, como es el caso del método HIIT (Ortiz et al, 2018), el cual ya ha reportado beneficios significativos para la CC y salud en general (Molina et al. 2016). Además de esta diferencia, también se destaca el bajo volumen del EIIM y una frecuencia de sólo dos veces por semana; lo que lo hace aún más factible e interesante para aquellas personas reacias a la práctica de EF, así como para quienes presentan poco tiempo libre.

Para fines de profundización de este análisis, cabe destacar que no se encontró en la literatura estudios similares en cuanto a los efectos del EIIM en estudiantes universitarios, sin embargo, estos hallazgos se pueden relacionar con otros programas basados en EI. Un estudio (Allahverdi et al, 2022) realizado en mujeres sedentarias adultas de 30 a 45 años con sobrepeso y obesidad, tuvo como fin comparar los efectos de un programa de EIIM con otro de HIIT en diferentes variables metabólicas y de CC, reportando beneficios significativos en la masa grasa mediante ambos métodos de EF, sin encontrar diferencias entre los grupos, a pesar de sus disimilitudes en cuanto a intensidades; sin embargo, la modalidad de EIIM se llevó a cabo mediante una carrera en intervalos al 60 y 80% de la FC de reserva, en sesiones de 30 a 60 minutos y durante 8 semanas, es decir, la duración, el volumen de sesión y la intensidad fueron considerablemente mayor a la del presente estudio piloto. Otro programa (Viñuela et al, 2016) de características semejantes fue desarrollado en adultos jóvenes de Colombia que presentaban una media de edad de $22,4\pm 1,8$ años, bajo una modalidad interválica en cicloergómetro compuesta por 6 sprints de 30 segundos, intercalados con períodos de recuperación de 4 minutos, logrando una disminución significativa en el porcentaje de grasa corporal (-8,1%; $p=0,028$) y la grasa abdominal (-10%; $p=0,038$) en sólo 4 semanas, aunque debido a la potencia aplicada en los sprints, el programa se asoció más a un HIIT. Asimismo, se encuentran estudios (Hu et al, 2022; Lu et al, 2021; Eather et al, 2019) de ejercicio interválico basados en una propuesta de bajo volumen para mejorar la CC de estudiantes universitarios, sin embargo, su metodología se asemeja a la de un HIIT y su frecuencia no disminuye las 3 veces por semana, así como su duración varía entre 8 y 12 semanas, sometiendo a los participantes a un mayor esfuerzo; por lo que se puede considerar que la propuesta del presente estudio piloto es la más eficiente en cuanto a tiempo-efectividad.

Entre las limitaciones del estudio se destaca el bajo tamaño muestral ($n=28$) y el tipo de muestreo no probabilístico utilizado, lo cual no garantiza representatividad de los resultados en la población universitaria; sin embargo, como proyecto piloto puede entregar un indicio de los efectos favorables de un programa de EF poco explorado en el ámbito de la salud y en el contexto universitario. Asimismo, los análisis no se ajustaron a variables de tipo demográficas como nivel socioeconómico, zona de residencia (rural/urbano) o bien, de estilos de vida como hábitos alimentarios, sueño, alcohol/drogas o tabaquismo, lo que es relevante para comprender los efectos del EF sobre la CC desde una perspectiva holística.

Por otra parte, la principal fortaleza de este estudio se debe a la propuesta de un protocolo de EF de bajo impacto, volumen y duración, lo cual es fundamental para incentivar esta práctica. Considerando que una de las principales barreras para realizar AF que declaran los universitarios chilenos es la falta de tiempo (Mella et al, 2020), los resultados del presente piloto sugieren que el EIIM es una estrategia eficiente para la mejora de la CC y para la iniciación y adaptación al EF por parte de estudiantes universitarios físicamente inactivos.

Conclusiones

El programa de EIIM en cicloergómetro es una estrategia efectiva para la mejora de la CC de estudiantes universitarios, específicamente para la disminución de MG, además de otras variables nutricionales como el peso corporal e IMC, y de aptitud física, como el índice de recuperación de la frecuencia cardíaca, logrando beneficios significativos a corto plazo.

Se destaca su fácil aplicabilidad, así como su metodología basada en un bajo volumen semanal y una intensidad intercalada entre pedaleo en cicloergómetro a bajo y moderado esfuerzo, lo que hace ideal su incorporación a los programas de salud estudiantil a nivel universitario.

También, se destaca que no se encontraron estudios similares desarrollados en la última década para la comparación de estos hallazgos, siendo el foco principal en investigación el HIIT; por lo que el EIIM se puede considerar una modalidad reciente en las ciencias de la actividad física para la salud.

De esta manera, el programa piloto con EIIM ofrece una propuesta innovadora y eficiente para mejorar la CC de estudiantes universitarios, con el fin de promover hábitos de AF en esta población y así, controlar algunos factores de riesgo fundamentales en el desarrollo de ECNT, como lo son la inactividad física y el exceso de peso corporal, de manera que se logre favorecer la salud y el bienestar estudiantil.

Referencias

Allahverdi, H., Minasian, V., & Hovsepien, S. (2022). Comparison of moderate and high-intensity interval training for plasma levels of orexin-A, insulin, and insulin resistance in women with overweight/obesity. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 24(3). <https://doi.org/10.5812/zjrms-115748>

Alvero-Cruz, J. R., Gómez, L. C., Ronconi, M., Vázquez, R. F., & Manzañido, J. P. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(4), 167–174. <https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf>

Asociación Médica Mundial. (2013). *Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos* (64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil). <https://repositorio.mederi.com.co/bitstream/handle/123456789/386/DeclaracionHelsinki-2013-Esp.pdf?sequence=1>

Bodystat Ltd. (2020). *Clinical Practice: QUADSCAN4000 Touch Screen*. <https://www.bodystat.com/product-catalog/quadscan-4000-touch-screen>

Carmona, W. S., González-Jurado, J. A., Mora, R. S., & Sánchez-Oliver, A. J. (2021). Efecto de un programa de ejercicio físico sobre la condición física y la grasa visceral en personas con obesidad. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 39, 723–730. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2015.07.004>

Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., & Espinoza-Salinas, A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(3), 275–284. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>

Contreras-Mellado, V., Silva-Cancino, C., Díaz-Riquelme, J., Muñoz-Muñoz, F., Faúndez-Casanova, C., & Gallardo-Fuentes, F. (2022). Estado nutricional, nivel de actividad física y hábitos alimentarios en estudiantes universitarios de la Región del Maule en periodo de pandemia por COVID-19. *Retos*, 46. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.91992>

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 35(8), 1381–1395.

<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>

Eather, N., Riley, N., Miller, A., Smith, V., Poole, A., Vincze, L., et al. (2019). Efficacy and feasibility of HIIT training for university students: The Uni-HIIT RCT. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(5), 596–601. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.016>

Forbes, G. B. (2012). *Human body composition: Growth, aging, nutrition, and activity*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4654-1>

GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet (London, England)*, 396(10258), 1223–1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

Hu, J., Liu, M., Yang, R., et al. (2022). Effects of high-intensity interval training on improving arterial stiffness in Chinese female university students with normal weight obese: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Translational Medicine*, 20, 60. <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03250-9>

Hsu, K. J., Liao, C. D., Tsai, M. W., & Chen, C. N. (2019). Effects of exercise and nutritional intervention on body composition, metabolic health, and physical performance in adults with sarcopenic obesity: A meta-analysis. *Nutrients*, 11(9), 2163. <https://doi.org/10.3390/nu11092163>

International Physical Activity Questionnaire. (2009). *Guidelines for the data processing and analysis of the “International Physical Activity Questionnaire”*. https://www.physio-pedia.com/images/c/c7/Quidelines_for_interpreting_the_IPAQ.pdf

López, E., & Ardura Martínez, D. (2023). El tamaño del efecto en la publicación científica. *Educación XXI*, 26(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.36276>

Lu, Y., Wiltshire, H. D., Baker, J. S., & Wang, Q. (2021). The effects of running compared with functional high-intensity interval training on body composition and aerobic fitness in female university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11312. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111312>

- Martins, M., & Figueroa Ángel, M. (2020). Estilos de vida de los estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *Motricidades*, 4(3), 297–310. <https://doi.org/10.29181/2594-6463.2020.v4.n3.p297-310>
- Mella, J. A., Nazar Carter, G., Sáez Delgado, F., Bustos Navarrete, C., López-Angulo, Y., & Cobo Rendón, R. (2020). Variables sociocognitivas y su relación con la actividad física en estudiantes universitarios chilenos. *Retos*, 40, 76–85. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.77921>
- Mendes, M. D., Da Silva, I., Ramires, V., Reichert, F., Martins, R., Ferreira, R., et al. (2018). Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. *PLoS ONE*, 13(7), e0200701. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200701>
- Ministerio de Salud. (2018). *Encuesta Nacional de Salud 2016–2017*. Santiago, Chile: MINSAL. http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2021/01/ENS_2016_2017_Informe_final_V4.3.pdf
- Molina, C., Cifuentes, G., Martínez, C., Mancilla, R., & Díaz, E. (2016). Disminución de grasa corporal mediante ejercicio físico intermitente de alta intensidad y consejería nutricional en sujetos con sobrepeso u obesidad. *Revista Médica de Chile*, 144(10), 1254–1259. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016001000003>
- Moreno, G. M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 124–128. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70288-2](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70288-2)
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, AF y salud*. Ginebra: OMS. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977_spa.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamiento sedentario*. Ginebra: OMS. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?sequence=1>
- Ortiz Cárdenas, J. P., & Riveros Medina, M. A. (2018). Entrenamiento de alta intensidad; concepto, características, usos y riesgos en salud, actividad física y deporte. *Revista Digital Actividad Física y Deporte*, 1(2). <https://doi.org/10.31910/rdafd.v1.n2.2015.318>
- Palacios-Colunga, D., Gallegos-Martínez, J., & Reyes-Hernández, J. (2021). Efecto del Programa de Estabilización Nutricional “ESNUT” en el consumo alimenticio, IMC,

composición corporal y actividad física en estudiantes universitarios mexicanos. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 41(1). <https://doi.org/10.12873/411palacios>

Palma-Leal, X., Costa-Rodríguez, C., Barranco-Ruiz, Y., Hernández-Jaña, S., & Rodríguez-Rodríguez, F. (2022). Fiabilidad del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)-versión corta y del Cuestionario de Autoevaluación de la Condición Física (IFIS) en estudiantes universitarios chilenos. *Journal of Movement & Health*, 19(2). [https://doi.org/10.5027/jmh-Vol19-Issue2\(2022\)art161](https://doi.org/10.5027/jmh-Vol19-Issue2(2022)art161)

Parada, B., Luna-Villouta, P., Martínez, C., Flández, J., Valenzuela, L., Flores-Rivera, C., & Vargas, R. (2023). Métodos de ejercicio físico y sus efectos en el control glucémico y la composición corporal en adultos con T2DM: revisión sistemática. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 13(11), 2529–2545. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13110176>

Qiu, S., Cai, X., Sun, Z., Li, L., Zuegel, M., Steinacker, J. M., et al. (2017). Heart rate recovery and risk of cardiovascular events and all-cause mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Journal of the American Heart Association*, 6(5), e005505. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.005505>

Schifferli, I., Orellana-Cáceres, J. J., Morales, G., Inostroza, J., & Carrasco, F. (2020). Validación y generación de ecuaciones para estimar masa grasa corporal en adultos chilenos. *Revista Médica de Chile*, 148(10), 1435–1443. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020001001435>

Sun, S. S., Chumlea, W. C., Heymsfield, S. B., Lukaski, H. C., Schoeller, D., Friedl, K., et al. (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(2), 331–340. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.2.331>

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)

Vásquez-Gómez, J., Castillo-Retamal, M., Souza de Carvalho, R., Faundez-Casanova, C., & Torrealba-Campos, A. P. (2018). Antropometría, nivel de actividad física y condición física en estudiantes de educación física tras cuatro años en la universidad. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 38(1), 160–164. <https://doi.org/10.12873/381JVasquez>



Viñuela García, M., Vera Ibáñez, A., Colomer Poveda, D., Márquez Sánchez, G., & Romero Arenas, S. (2016). Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 637–643.
<https://doi.org/10.20960/nh.272>