

Efectos de una Intervención Nutricional Asociada a Entrenamiento Concurrente en la Composición Corporal de Hombres Físicamente Activos

Effects of a Nutritional Intervention Associated with Concurrent Training on the Body Composition of Physically Active Men

Cristián Fuentes-Toledo¹; Carlos Jorquera-Aguilera¹; Juan Vargas-Silva²;
Humberto Peña-Jorquera³ & Rodrigo Yáñez-Sepúlveda^{2,4,5}

FUENTES-TOLEDO, C.; JORQUERA-AGUILERA, C.; VARGAS-SILVA, J.; PEÑA-JORQUERA, H. & YÁÑEZ-SEPÚLVEDA, R. Efectos de una intervención nutricional asociada a entrenamiento concurrente en la composición corporal de hombres físicamente activos. *Int. J. Morphol.*, 40(3):711-719, 2022.

RESUMEN: La práctica regular de ejercicio físico es una de las estrategias que se utiliza para optimizar la composición corporal. Para esto, no siempre se considera una intervención nutricional como parte de un trabajo interdisciplinario. El objetivo de este estudio fue identificar los efectos de un programa de intervención nutricional asociada a un entrenamiento concurrente en la composición corporal evaluada a través de bioimpedancia eléctrica (BIA) en hombres físicamente activos. La intervención tuvo una duración de 6 meses, donde participaron 12 personas ($23,4 \pm 4,9$ años). Durante los primeros 5 meses se aplicó una planificación alimentaria y de entrenamiento ajustado a las características individuales de cada uno de los participantes, al comienzo del 6º mes, fue eliminada la planificación alimentaria y sólo se mantuvo el entrenamiento, esto con el objetivo de analizar los posibles cambios de composición corporal de los participantes. Antes (previo al programa de intervención), durante (al final del mes 5) y posterior a la intervención (final del mes 6) se evaluó el tejido adiposo, muscular y la masa libre de grasa a través de bioimpedancia eléctrica (BIA). Los resultados muestran que el programa de entrenamiento con intervención nutricional generaron en los primeros 5 meses, una disminución del porcentaje de tejido adiposo (PRE= $16,20 \pm 4,75$; POST= $9,52 \pm 3,70$; $p=0,000$; TE= 1,51) e índice de tejido adiposo (PRE= $5,34 \pm 1,75$; POST= $3,16 \pm 1,34$; $p=0,001$; TE=1,35), aumento del porcentaje de tejido muscular (PRE= $46,05 \pm 3,02$; POST= $49,90 \pm 2,90$; $p=0,004$; TE= -1,25) y aumento el índice muscular/adiposo (PRE= $2,53 \pm 0,75$; POST= $4,85 \pm 2,64$; $p=0,005$; TE= -1,15), efectos que se atenúan significativamente cuando la intervención nutricional fue retirada del programa de intervención ($p>0,05$). Se concluye que la intervención nutricional es un factor clave para generar efectos positivos en la optimización de la composición corporal independientemente del nivel de entrenamiento de las personas. Estos resultados evidencian la importancia de la realización de una planificación alimentaria individualizada, ejecutada por un profesional nutricionista en los cambios de la composición corporal en sujetos físicamente activos. Los resultados de este estudio podrían orientar la consideración de un profesional nutricionista a la hora de formar equipos transdisciplinarios con el fin de mejorar hábitos de alimentación y de composición corporal.

PALABRAS CLAVE: Antropometría; Nutrición; Ejercicio.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo está sucumbiendo ante una pandemia de obesidad que va en aumento y está generando impactos en la salud pública y economía global (Okunogbe *et al.*, 2021). En este escenario, el profesional de la nutrición asume un rol fundamental en el combate de

esta patología. Durante muchos años se han utilizado diversas estrategias para optimizar la composición corporal, en general se utilizan métodos con ejercicio, nutrición o combinados (Clark, 2015). Dentro de las intervenciones con ejercicio resalta el entrenamiento concurrente, carac-

¹ Facultad de Ciencias, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Mayor, Santiago, Chile.

² Departamento de Investigación de la Federación Deportiva de la Fuerza Aérea de Chile (FEDEFA).

³ Grupo IRyS. Escuela de Educación Física. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

⁴ Escuela de Educación. Pedagogía en Educación Física, Universidad Viña del Mar, Chile.

⁵ Red Iberoamericana de Investigadores en Antropometría Aplicada (RIBA2).

terizado como una mezcla de ejercicios de fuerza y resistencia (Wilson *et al.*, 2012). Este método ha sido estudiado debido a los múltiples beneficios para la salud (Da Silva *et al.*, 2020), rendimiento físico (Petré *et al.*, 2018), y mejora en la composición corporal (Shamim *et al.*, 2021). La evidencia muestra que esta modalidad genera una adaptación superior en las diferentes variables de función corporal relacionadas con la salud (Methenitis, 2018) en comparación con otros métodos, pero también, debido a la interferencia entre las rutas moleculares del entrenamiento de fuerza y resistencia, se han visto resultados mixtos con este tipo de entrenamiento (Gäbler *et al.*, 2018). Estas interferencias responden a la idea de la estimulación de diferentes vías de señalización celular como mTORC1 y AMPK, respectivamente. Existe evidencia que muestra cómo el fenómeno de interferencia podría conducir a alteraciones agudas en ciertas variables, sugiriendo un deterioro en el ejercicio de resistencia de media y larga distancia (Berryman *et al.*, 2019). En cuanto a la salud, este factor no es tan relevante a la hora de definir el protocolo ideal de ejercicio. Estas deficiencias están relacionadas con daño muscular, dolor muscular, fatiga neural y depleción de glucógeno cuando el ejercicio de resistencia precede al entrenamiento de fuerza, aumentando estas alteraciones con una periodización del entrenamiento inadecuada (Berryman *et al.*, 2019). Debido a esto, es necesario aplicar estrategias individualizadas que permitan una correcta sobrecompensación en las personas.

Por otro lado, parece que el orden del ejercicio de resistencia-fuerza no afecta la estimulación anabólica para el crecimiento o la fuerza muscular (Jones *et al.*, 2021). No obstante, algunos autores siguen considerando este tema una controversia cuando se realiza un entrenamiento de resistencia de alto volumen, moderado, continuo e intenso. Esta controversia está regulada principalmente por la diferencia de características y experiencia existente entre sujetos entrenados y no entrenados (Methenitis, 2018). Dentro de las estrategias para optimizar la composición corporal, se encuentra la nutrición como una de las más importantes. En esta línea, la nutrición juega un papel fundamental como potenciador de cambios en la composición corporal cuando el ejercicio está involucrado en la intervención, así como mejoras en la adaptabilidad al entrenamiento físico. La nutrición es uno de los principales factores que deben controlarse para optimizar la composición corporal en diferentes poblaciones, incluidos deportistas y población sana como también personas con prevalencia de alguna patología (Kim *et al.*, 2020). La composición corporal se puede manipular con diversas estrategias y su optimización está estrechamente relacionada con el rendimiento físico (Högström *et al.*, 2012), la salud, la calidad de vida (Thomas *et al.*, 2016) y los marcadores metabólicos (Hsu *et al.*, 2019). Actual-

mente, se utilizan diversas estrategias nutricionales y diferentes dietas para optimizar el perfil y lograr este propósito, lo que genera confusión tanto en los profesionales como en los pacientes debido a la gran variedad de alternativas que se encuentran disponibles basadas tanto en la evidencia científica como en mitos (Wrzosek *et al.*, 2021). El factor común de todas estas dietas es un consumo alto de proteínas. Esta estrategia podría preservar el tejido muscular en un déficit calórico (Carbone & Pasiakos, 2019) o contribuir al aumento de la masa muscular acompañado de un entrenamiento de fuerza estructurado (Stokes *et al.*, 2018). Es necesario un consumo adecuado de proteínas en un plan de comidas personalizado para lograr adaptaciones al entrenamiento y una carga física tolerada de manera eficiente en un programa de entrenamiento de fuerza-resistencia (Jäger *et al.*, 2017). Debido a lo señalado anteriormente, las estrategias de intervención debiesen considerar tanto el ejercicio como la nutrición como parte del tratamiento para la mejora de la composición corporal. Si bien existe evidencia sobre los efectos de las estrategias en conjunto, en base al conocimiento de los autores, hay una falta de evidencia que identifique los efectos de la intervención nutricional posterior a la aplicación de un programa mixto (nutrición y ejercicio). Esta brecha es aún mayor si analizamos las variables en un grupo activo como objetivo de intervención. Este contexto se asocia a un escenario donde las redes sociales e internet permiten la propagación de dietas de moda llenas de prácticas infundadas (Aragon *et al.*, 2017) que generan un escenario incierto sobre los caminos correctos para realizar cambios en la composición corporal.

A pesar de la evidencia existente sobre los efectos del ejercicio físico, se ha demostrado que la intervención nutricional individualiza acorde con objetivos tiene efectos positivos sobre la composición corporal en personas obesas (Kim *et al.*, 2020). Este estudio busca identificar los efectos de un programa de intervención nutricional en combinación con un programa de entrenamiento concurrente (fuerza y resistencia) en la composición corporal en sujetos físicamente activos.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio. Series temporales interrumpidas.

Participantes. Muestra intencionada de 12 hombres (23,4 ± 4,9 años) físicamente activos. Antes de realizar el estudio se realizó una charla para detallar el protocolo del estudio, los aspectos relevantes y consideraciones para la participación.

Consideraciones éticas. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes del inicio del estudio. En el consentimiento se detallaron todos los aspectos sobre la metodología y objetivo del estudio. Esta investigación se realizó siguiendo las recomendaciones de la declaración de Helsinki.

Programa de intervención. Se realizó una intervención en una unidad militar durante seis meses. Las evaluaciones de composición corporal se realizaron la semana previa a la intervención, a los 5 meses de intervención y en la semana posterior al mes 6 de intervención.

Intervención Nutricional. Se aplicó durante los primeros 5 meses y fue dirigida por un nutricionista. Se utilizaron las recomendaciones del American Collegue of Sports Medicine sobre nutrición y rendimiento físico (Thomas *et al.*, 2016). Para cada participante se aplicó un programa personalizado en base a sus características y peso corporal. Durante la intervención de utilizaron alimentos de origen animal y vegetal, procesados y no procesados, no se utilizaron suplementos deportivos ni ayudas ergogénicas. El programa consideró 5 comidas diarias, los hidratos de carbono considerados fueron 8 g/kg/día, en lo que respecta a las proteínas se usaron 2g/kg/día y las grasas fueron de 1g/kg/día. Durante la intervención los participantes no consumieron alcohol, drogas ni medicamentos. También se ajustaron los micronutrientes e hidratación en base a recomendaciones internacionales.

Programa de Entrenamiento concurrente (Fig. 2). Tuvo una duración de 5 meses, fue dirigido y supervisado por un profesional. Antes de la intervención se realizó un programa de familiarización técnica de los ejercicios. Al final se les evaluó a los participantes el 1RM y la frecuencia cardíaca de reserva (FCres) para programar la intensidad de entrenamiento. En la semana 12 se evaluaron nuevamente los indicadores de intensidad para reestructurar las carga. La frecuencia semanal fue de 5 veces por semana (lunes a viernes), cada sesión de entrenamiento tuvo una duración de 90 minutos y se consideraron las recomendaciones de ejercicio del Colegio Americano de Medicina Deportiva para adultos sanos (Garber *et al.*, 2011). La sesión comenzaba con un calentamiento de 10 minutos de duración donde se realizaba movilidad articular y flexibilidad. Después los participantes realizaron 30 minutos de ejercicio aeróbico moderado a vigoroso en trote o natación usando un rango de intensidad entre el 60-70 % de la frecuencia cardíaca de reserva (FCres), posterior al entrenamiento aeróbico se realizaron 40 minutos de ejercicios de fuerza con pesos libre y máquinas al 75-85 % de 1RM considerando 4 series (8 a 12 rep) por ejercicio con un descanso entre series de 1 minuto. Los grupos musculares considerados fueron: pectorales, bíceps, espalda, tríceps, flexores y extensores de cadera y rodillas. Los grupos musculares se periodizaron para evitar la sobrecarga muscular en días consecutivos, quedando un mínimo de 24 horas de descanso entre el entrenamiento de cada grupo muscular. Al final de cada sesión se realizaron 10 minutos de vuelta a la calma a través de ejercicios de movilidad articular.

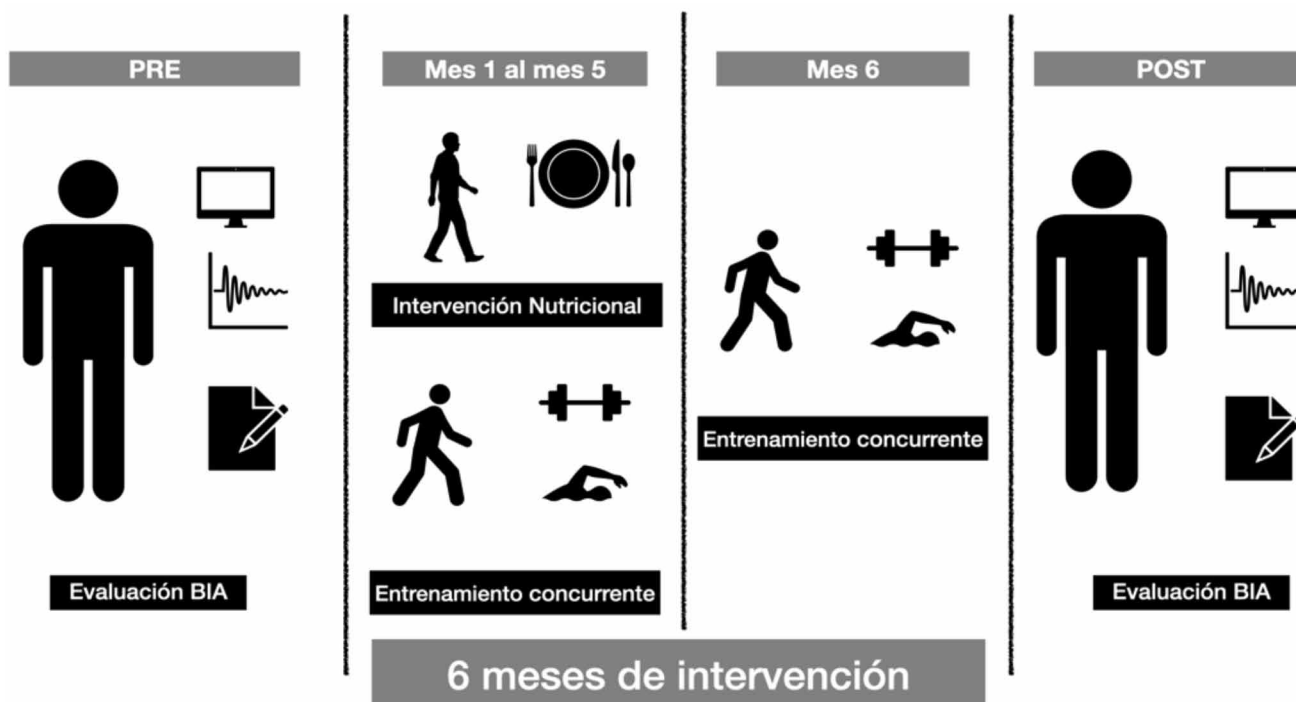


Fig. 1. Diseño y desarrollo del estudio.

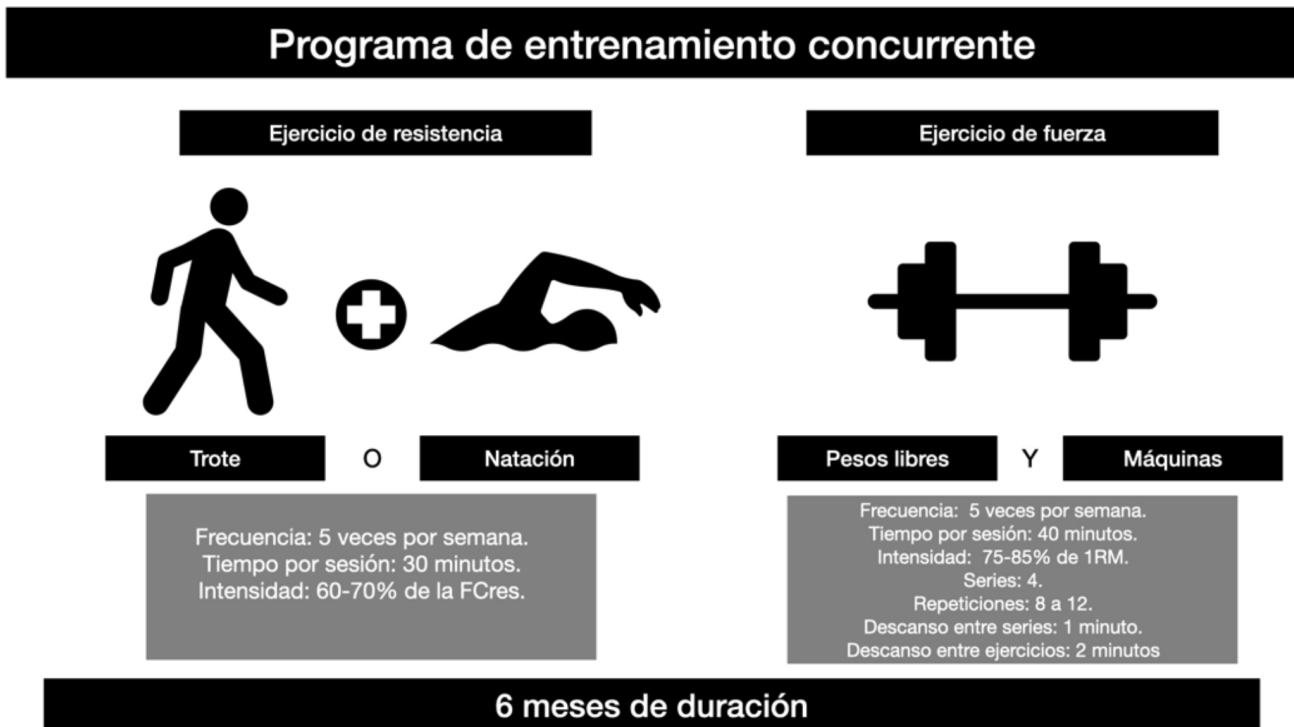


Fig. 2. Programa de entrenamiento concurrente.

Procedimientos. La evaluación de BIA fue realizada en un hospital militar con un rango de temperatura entre 20 °C y 22 °C con calefacción por radiación eléctrica y una humedad relativa entre 60 y 70 %. Se consideraron los siguientes aspectos para el desarrollo de la evaluación: vaciado urinario previo, ayuno de al menos 4 horas, no haber consumido alcohol ni haber realizado ejercicio de intensidad moderada y vigorosa 48 horas antes de la evaluación. Las evaluaciones fueron realizadas con ropa interior sin joyas u otros elementos accesorios (relojes, anillos, etc.). Las evaluaciones se realizaron de pie en base a las recomendaciones del fabricante, antes de las mediciones se limpio la zona de análisis de la BIA con los pies y manos con alcohol isopropílico a 70°.

Recolección de los datos. La estatura de los participantes fue evaluada con un dispositivo portátil (modelo 213, SECA®), con precisión de 0,5 cm. El peso corporal y composición corporal, fueron evaluados con una Bioimpedancia eléctrica de multifrecuencias (modelo 270, Inbody®), que cuenta con validación para analizar la composición corporal en la muestra. Se obtuvieron los datos de peso, estatura, IMC, tejido adiposo (%-kg), tejido muscular (%-kg), masa libre de grasa (kg), índice de masa libre de grasa (masa libre de grasa(kg)/estatura²), índice de masa grasa (masa grasa(kg)/estatura²) y relación músculo/grasa (tejido muscular(kg)/tejido adiposo(kg)). La BIA fue llevada a cabo con una frecuencia de 100 kHz. Todas las variables de IB

fueron calculadas utilizando el programa Lookin Body Software (Inbody®).

Análisis estadístico. Se utilizaron estadísticos descriptivos y desviaciones estándar (DE) para describir las variables analizadas. Para analizar la normalidad se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, encontrándose una distribución normal. Se calcularon las variaciones obtenidas en las intervenciones (POST1-PRE y POST2-PRE = Δ), teniendo como grupo de referencia la primera evaluación. Con la prueba ANOVA se identificaron los efectos de la intervención utilizando la prueba post hoc de Bonferroni. Se utilizó la prueba g de Hedges para analizar el tamaño del efecto de la intervención y se clasificó en base a los siguientes criterios: sin efecto (< 0,2), pequeño (0,2 a < 0,5), medio (0,5 a < 0,8) y grande (\geq 0,8). Fue considerado un valor $p < 0,05$ como significativo. Para esto se utilizaron los softwares estadísticos SPSS® (versión 25, IBM®) y Graphpad Prism® versión 8.0.2 para Windows.

RESULTADOS

En la Tabla I se muestra la variación de la composición corporal. Se aprecia que el programa de entrenamiento concurrente junto con la asesoría nutricional generaron efec-

tos positivos en IMC (kg/m^2) (PRE= $26,99 \pm 2,12$; POST 1= $24,93 \pm 1,65$; TE=1,04), Tejido adiposo (kg) (PRE= $26,99 \pm 2,12$; POST 1= $24,93 \pm 1,65$; TE=1,04), Tejido adiposo (%) (PRE= $26,99 \pm 2,12$; POST 1= $24,93 \pm 1,65$; TE=1,04, Tejido muscular (%) (PRE= $26,99 \pm 2,12$; POST 1= $24,93 \pm 1,65$; TE=1,04 e Índice muscular(kg)/adiposo(kg) (PRE= $26,99 \pm 2,12$; POST 1= $24,93 \pm 1,65$; TE=1,04), efectos que fueron atenuados al sacar la intervención nutricional durante el sexto mes del programa de intervención.

La Figura 3 muestra los valores de variación del perfil en el tejido adiposo y muscular. Posterior a los cinco pri-

meros meses de intervención, donde se incluyó apoyo nutricional, hubo una disminución estadísticamente significativa del tejido adiposo en kilogramos y porcentaje. En el tejido muscular los kilogramos no tuvieron diferencias, aunque sí hubo cambios a nivel porcentual cuando se aplicó la intervención nutricional. Se visualiza también que al eliminar la intervención nutricional (POST 2) los efectos significativos se pierden en tejido muscular y adiposo ($p > 0,05$), aspecto que fundamenta los efectos y la importancia de la intervención nutricional en la optimización de la composición corporal.

Tabla I. Variación en el perfil de composición corporal en el grupo de sujetos físicamente activos.

Variable	Pre		Post 1		TE1	Post 2		TE2	Δ TE	Δ I1	Δ I2	Δ I1-I2	F	valor p
	Media	DE	Media	DE		Media	DE							
Peso (kg)	82,60	7,84	76,25	6,10	0,87	78,92	7,23	0,47	0,40	-7,5%	-4,3%	3,2%	2,423	0,104
Estatura (m)	1,75	0,08	1,75	0,08	NA	1,75	0,08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,000
IMC (kg/m^2)	26,99*	2,12	24,93*	1,65	1,04	25,95	1,59	0,53	0,51	-7,5%	-3,6%	3,9%	3,944	0,025
Tejido adiposo (kg)	19,53*	5,15	12,52*	4,81	1,35	17,64	3,22	0,42	0,93	-37,1%	-6,5%	30,6%	7,902	0,002
Tejido adiposo (%)	16,20*	4,75	9,52*	3,70	1,51	13,91	2,31	0,59	0,92	-41,7%	-9,2%	32,5%	9,984	0,000
Índice de tejido adiposo (kg/m^2)	5,34*	1,75	3,16*	1,34	1,35	4,58	0,90	0,52	0,83	-41,7%	-9,2%	32,5%	7,779	0,001
Tejido muscular (kg)	38,02	4,12	38,08	4,07	-0,01	37,35	4,02	0,15	-0,16	0,2%	-1,7%	-1,9%	0,119	0,888
Tejido muscular (%)	46,05*	3,02	49,90*	2,90	-1,25	47,32	2,08	-0,47	-0,78	8,4%	3,0%	-5,5%	6,336	0,004
Índice de masa libre de grasa (kg/m^2)	21,65	1,23	21,90	1,54	-0,17	21,37	1,49	0,19	-0,36	1,2%	-1,3	-2,5%	0,422	0,659
Índice muscular(kg)/adiposo(kg)	2,53*	0,75*	4,85*	2,64	-1,15	2,78	0,72	-0,32	-0,83	84,3%	15,1%	-69,2%	7,210	0,005
Masa libre de grasa (kg)	66,40	6,80	67,09	6,71	-0,09	65,48	6,81	0,13	-0,22	1,2%	-1,3%	-2,5%	0,170	0,844

* Diferencias significativas entre la primera evaluación (PRE) y la segunda evaluación (POST1); TE: tamaño del efecto; I1: primera intervención; I2: segunda intervención. TE: tamaño del efecto. p: valor de significancia estadística.

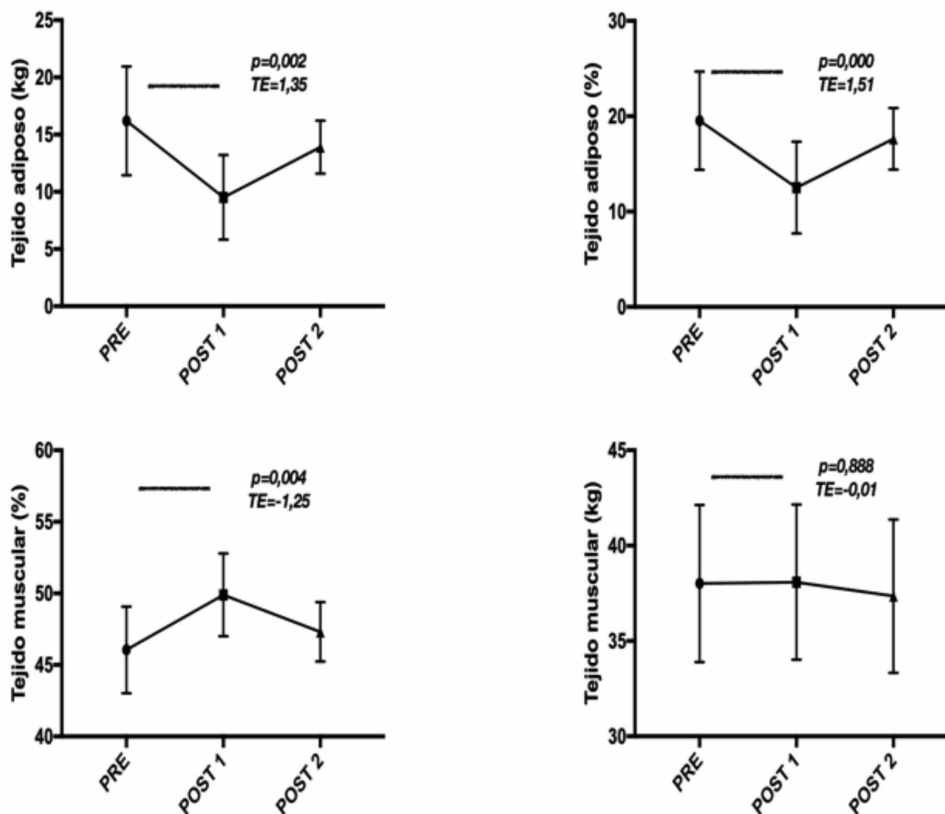


Fig. 3. Variación del tejido adiposo y muscular

DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de un programa de intervención nutricional y entrenamiento concurrente de 6 meses de duración en la composición corporal en un grupo de 12 sujetos físicamente activos. Los principales resultados muestran que la combinación de un programa de entrenamiento bien planificado junto con un soporte nutricional adecuado genera efectos positivos que mejoran la masa libre de grasa, la masa muscular y reducen el peso corporal total y tejido adiposo. Estos efectos positivos perdieron su potencial y atenúan la magnitud de los resultados cuando la intervención nutricional se eliminaba del programa de intervención.

Entrenamiento concurrente y composición corporal. Las disciplinas deportivas y los programas de entrenamiento suelen estar etiquetados y delimitados por una característica del ejercicio de fuerza y resistencia, pero hay una gran cantidad de actividades donde la combinación de estos dos componentes del entrenamiento coexisten al mismo tiempo (Coffey & Hawley, 2017). Los beneficios documentados en la literatura del entrenamiento de fuerza y resistencia por separado sobre la composición corporal, la salud y el rendimiento deportivo son ampliamente conocidos. Por otra parte, las consideraciones fisiológicas y los resultados del entrenamiento concurrente en la población militar aún son escasos. El entrenamiento concurrente ha demostrado ser una estrategia eficaz para reducir la grasa corporal y aumentar el tejido muscular tanto en hombres como en mujeres (Moghadam *et al.*, 2020; Hernández-Jaña *et al.*, 2021).

En esta línea, se ha observado que diversos factores pueden afectar y condicionar los efectos finales combinados del entrenamiento de fuerza y resistencia, como también, los efectos generados sobre la composición corporal. Uno de estos factores corresponde al orden de ejecución del programa físico, el cual puede tener un efecto diferenciador sobre los resultados en la composición corporal y las adaptaciones propias al entrenamiento (Moghadam *et al.*, 2020). Con relación a este tema, un estudio clínico realizado en 29 hombres moderadamente activos que participaron en un programa de entrenamiento concurrente durante 9 semanas, en el cual se controló la dieta, arrojó una pérdida significativa del porcentaje de grasa corporal ($-11,0 \pm 11,7$ %). Los autores concluyen que independiente del orden del entrenamiento, este constituye un método confiable para disminuir el porcentaje de grasa y aumentar el porcentaje de masa libre de grasa (Lee *et al.*, 2020). A pesar que estos resultados fueron superiores a los obtenidos en nuestra investigación, nuestros datos apuntan igualmente hacia una mejora global de la composición corporal, es decir, aumento de la masa libre de

grasa y disminución del tejido adiposo. Otros autores apoyan esta afirmación, señalando que el orden de ejercicio realizado (resistencia y fuerza) es independiente del resultado alcanzado (Kilen *et al.*, 2021), mientras que otros autores observaron una mayor disminución en el porcentaje de grasa corporal cuando se realizaron ejercicios de fuerza seguido por entrenamiento aeróbico (Scotto *et al.*, 2017). En este contexto y confirmando los resultados obtenidos, al comparar los efectos con un estudio realizado en mujeres universitarias donde se aplicó entrenamiento concurrente durante 11 semanas con una frecuencia semanal de 3 días, se aprecia una disminución del porcentaje de grasa corporal (-5,7 %) (Davis *et al.*, 2008), resultados similares pero inferiores a los obtenidos en nuestro estudio (-7,01 %). Otro estudio realizado en adultos mayores con sarcopenia fundamenta lo ocurrido en nuestro estudio. En este grupo 8 semanas de entrenamiento concurrente con una frecuencia semanal de 3 veces por semana generaron una disminución en el porcentaje de grasa y aumentaron la masa muscular (Moghadam *et al.*, 2020). Otra investigación realizada en hombres activos con características similares a los participantes de nuestro estudio demostró que 14 semanas de entrenamiento concurrente generaron una disminución del porcentaje de grasa corporal de 1,3 % (Kreipke *et al.*, 2021) valores inferiores a los encontrados en nuestro estudio. Un posible efecto de esta diferencia se debe a que en este estudio los investigadores no consideraron una intervención nutricional en los participantes.

Intervención nutricional y composición corporal. Nuestros resultados están acordes con estudios previos donde la intervención nutricional se establece como un componente importante cuando la actividad física o el ejercicio forman parte de la intervención para generar cambios en la composición corporal. Esta función permite aumentar los beneficios de los resultados del programa de formación en diferentes factores (Timmons *et al.*, 2021). Sin embargo, no toda la evidencia respalda la importancia de asesorar sobre nutrición en combinación con un programa de entrenamiento cuando se midieron los beneficios relacionados con la salud, los cambios en la composición corporal y las adaptaciones al entrenamiento en mujeres sanas (Kyröläinen *et al.*, 2018). La clara diferencia entre estos resultados y los nuestros podría explicarse por los sujetos involucrados en cada estudio, así como por el grado de capacidad de entrenamiento inicial. Sin embargo, en nuestro estudio al eliminar el soporte nutricional, la magnitud y los beneficios del programa de entrenamiento concurrente disminuyen significativamente. Esto está en línea con investigaciones previas que encontraron mejores resultados cuando los programas de nutrición y ejercicio fueron ejecutados al mismo tiempo, pero no cuando las pautas individuales no son parte de la intervención (Kim *et al.*, 2017). A pesar de esto, algu-

nos autores indican la posibilidad de presentar interferencia en la combinación de entrenamientos de fuerza y resistencia. La combinación de ejercicios de resistencia y fuerza en un mismo turno influye en la mejora de ciertos parámetros o adaptaciones al entrenamiento, incluso cuando se logra una mejora en la composición corporal, estas consideraciones deben ser monitoreadas (Shamin *et al.*, 2018).

Con relación al tejido adiposo, una vasta literatura ha observado la mejora de la composición corporal. Esta mejora específica se ha evidenciado tanto en la disminución del BMI, como también, en el tejido graso en combinación con entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia al modificar positivamente los valores iniciales pre-intervención (Kotarsky *et al.*, 2021). En este estudio, el apoyo nutricional personalizado bien planificado más el entrenamiento simultáneo inducen una diferencia significativa entre la línea de base y los primeros 5 meses del programa. Nuestros resultados concuerdan con investigaciones previas que observaron que la combinación de entrenamiento de fuerza y resistencia, en lugar de realizarse por separado, inducen una mayor reducción de la grasa y el peso corporal total (Scotto *et al.*, 2017). Estos efectos favorables sobre la reducción de la masa grasa se han observado en otras investigaciones donde incluyeron participantes de ambos sexos. La inclusión de un suplemento de proteína contribuyó a generar resultados diferenciadores en comparación al grupo control. Sin embargo, no siempre que se lograron cambios en la composición corporal fueron acompañados de un aumento de la fuerza (Ormsbee *et al.*, 2018).

Si bien se conoce ampliamente el impacto de la nutrición en la mejora de la salud, la composición corporal, el ejercicio aeróbico y anaeróbico, la combinación de estos dos factores no se investiga completamente. La literatura señala la importancia de las diferentes estrategias nutricionales para complementar un programa de entrenamiento concurrente con el fin de maximizar las adaptaciones en la composición corporal. Es sabido que se necesita una cantidad suficiente de energía y proteínas para optimizar la estimulación de mTORC1 y aumentar o mantener la masa muscular durante la aplicación de programas de entrenamiento (Stokes *et al.*, 2018), al analizar lo ocurrido en nuestra investigación, se considera que el ajuste nutricional puede optimizar los resultados del entrenamiento concurrente ya que las recomendaciones internacionales de macronutrientes permiten favorecer las adaptaciones, en comparación cuando se aplica el entrenamiento concurrente sin una intervención nutricional de por medio, la principal causa de esta mejora se basa en el ajuste nutricional que equilibra aporte de proteínas y carbohidratos para cada participante (2 grs/kg peso y 8 grs/kg peso, respectivamente). Además, nuestro estudio presenta una combinación de diferentes fuentes de proteínas para

permitir una nutrición completa y equilibrada. Aunque comúnmente se documenta que las fuentes de proteínas animales contienen una mayor cantidad de leucina, un aminoácido esencial capaz de estimular la síntesis de proteínas musculares e inducir hipertrofia en la masa muscular (Mann *et al.*, 2021), las fuentes de proteínas vegetales también podrían promover el crecimiento muscular (Hevia-Larraín *et al.*, 2021). En comparación con la literatura existente, nuestra investigación proporcionó una ingesta suficiente de proteínas para mejorar y preservar el tejido muscular y la masa libre de grasa, de acuerdo con la recomendación nutricional internacional (Jäger *et al.*, 2017). La evidencia ha demostrado que el consumo alto de proteínas aumenta los beneficios del entrenamiento concurrente en poblaciones activas y sedentarias, a través de una mejora en la composición corporal en hombres y mujeres, así como la mejora de las ganancias de fuerza en los hombres (Ormsbee *et al.*, 2018).

En resumen, el entrenamiento concurrente ha demostrado claramente ser una excelente herramienta para lograr una mejor composición corporal en una población físicamente activa. Cuando este factor se complementa con una planificación alimentario-nutricional personalizada, los efectos positivos de esta estrategia mixta aumentan considerablemente. Por tanto, la inclusión e integración de la intervención nutricional con el entrenamiento concurrente debe considerarse como una posible estrategia a utilizar si lo que se busca es maximizar los resultados esperados en los cambios de la composición corporal. En conclusión, la intervención nutricional es un factor clave para generar efectos positivos sobre la composición corporal independiente del nivel de entrenamiento de las personas. Si bien los resultados son prometedores, deben manejarse con cautela y podrían considerarse a la hora de formar equipos interdisciplinarios con el fin de optimizar los cambios de la composición corporal.

AGRADECIMIENTOS. A la Fuerza Aérea de Chile (FACH) especialmente a la Federación Deportiva de la Fuerza Aérea de Chile (FEDEFCHA).

FUENTES-TOLEDO, C.; JORQUERA-AGUILERA, C.; VARGAS-SILVA, J.; PEÑA-JORQUERA, H. & YÁÑEZ-SEPÚLVEDA, R. Effects of nutritional intervention associated with concurrent training on the body composition of physically active men. *Int. J. Morphol.*, 40(3):711-719, 2022.

SUMMARY: The regular practice of a certain type of training is one of the strategies used to optimize body composition. Consequently, nutritional intervention is not always considered as part of interdisciplinary work. This study aimed to identify the

effects of a nutritional intervention program associated with concurrent training on body composition, assessed through bioelectrical impedance (BIA) in physically active men. The intervention lasted 6 months, with the participation of 12 subjects (23.4 ± 4.9 years). During the first 5 months, food and training planning was applied, adjusted to the individual characteristics of each of the participants. At the beginning of the 6th month, food planning was eliminated and only training was maintained, to analyze the possible changes in body composition of the participants. Prior to (before the intervention program), during (at the end of month 5), and after the intervention (end of month 6), adipose tissue, muscle, and fat-free mass were evaluated through electrical bioimpedance (BIA). The results showed that in the first five months, this training program generated a decrease in the percentage of adipose tissue (PRE= 16.20 ± 4.75 ; POST= 9.52 ± 3.70 ; $p=0.000$; ES= 1.51) and adipose tissue index (PRE= 5.34 ± 1.75 ; POST= 3.16 ± 1.34 ; $p=0.001$; ES=1.35), increase in the percentage of muscle tissue (PRE= 46.05 ± 3.02 ; POST= 49.90 ± 2.90 ; $p=0.004$; ES= -1.25) and increased muscle/fat index (PRE= 2.53 ± 0.75 ; POST = 4.85 ± 2.64 , $p=0.005$, SE= -1.15). The above effects were significantly reduced when the nutritional intervention was withdrawn from the program ($p>0.05$). It is concluded that nutritional intervention is a key factor to generate positive effects in the optimization of body composition regardless of the level of training. These results show the importance of individualized food planning, carried out by a professional nutritionist with regard to changes in the body composition of physically active subjects. The results of this study could be useful for nutritionists when forming disciplinary teams to improve eating habits and body composition.

KEY WORDS: Anthropometry; Nutrition; Exercise.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragon, A. A.; Schoenfeld, B. J.; Wildman, R.; Kleiner, S.; VanDusseldorp, T.; Taylor, L.; Earnest, C. P.; Arciero, P. J.; Wilborn, C.; Kalman, D. S.; *et al.* International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *J. Int. Soc. Sport. Nutr.*, 14:16, 2017.
- Berryman, N.; Mujika, I. & Bosquet, L. Concurrent training for sports performance: The 2 sides of the medal. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 14(3):279-85, 2019.
- Carbone, J. W. & Pasiakos, S. M. Dietary protein and muscle mass: Translating science to application and health benefit. *Nutrients*, 11(5):1136, 2019.
- Clark, J. E. Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. *J. Diabetes Metab. Disord.*, 14:31, 2015.
- Coffey, V. G. & Hawley, J. A. Concurrent exercise training: do opposites distract? *J. Physiol.*, 595(9):2883-96, 2017.
- Da Silva, M. A. R.; Baptista, L. C.; Neves, R. S.; De França, E.; Loureiro, H.; Lira, F. S.; Caperuto, E. C.; Veríssimo, M. T. & Martins, R. A. The effects of concurrent training combining both resistance exercise and high-intensity interval training or moderate-intensity continuous training on metabolic syndrome. *Front. Physiol.*, 11:572, 2020.
- Davis, W. J.; Wood, D. T.; Andrews, R. G.; Elkind, L. M. & Davis, W. B. Concurrent training enhances athletes' strength, muscle endurance, and other measures. *J. Strength Cond. Res.*, 22(5):1486-502, 2008.
- Gäbler, M.; Prieske, O.; Hortobágyi, T. & Granacher, U. The effects of concurrent strength and endurance training on physical fitness and athletic performance in youth: A systematic review and meta-analysis. *Front. Physiol.*, 9:1057, 2018.
- Garber, C. E.; Blissmer, B.; Deschenes, M. R.; Franklin, B. A.; Lamonte, M. J.; Lee, I. M.; Nieman, D. C.; Swain, D. P. & American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 43(7):1334-59, 2011.
- Hernández-Jaña, S.; Abarca-Moya, D.; Cid-Pizarro, I.; Gallardo-Strelow, J.; González-Pino, Y.; Zavala-Crichton, J. P.; Olivares-Arancibia, J.; Mahecha-Matsudo, S. & Yáñez-Sepúlveda, R. Effects of a concurrent training protocol on body composition and phase angle in physically inactive young women: A quasi-experimental intervention study. *Int. J. Morphol.*, 39(6):1600-8, 2021.
- Hevia-Larraín, V.; Gualano, B.; Longobardi, I.; Gil, S.; Fernandes, A. L.; Costa, L. A. R.; Pereira, R. M. R.; Artioli, G. G.; Phillips, S. M. & Roschel, H. High-protein plant-based diet versus a protein-matched omnivorous diet to support resistance training adaptations: a comparison between habitual vegans and omnivores. *Sports Med.*, 51(6):1317-30, 2021.
- Högström, G. M.; Pietilä, T.; Nordström, P. & Nordström, A. Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. *J. Strength Cond. Res.*, 26(7):1799-804, 2012.
- Hsu, K. J.; Liao, C. D.; Tsai, M. W. & Chen, C. N. 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, 2019.
- Jäger, R.; Kerksick, C. M.; Campbell, B. I.; Cribb, P. J.; Wells, S. D.; Skwiat, T. M.; Purpura, M.; Ziegenfuss, T. N.; Ferrando, A. A.; Arent, S. M.; *et al.* International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 14:20, 2017.
- Jones, T. W.; Eddens, L.; Kupusarevic, J.; Simoes, D. C. M.; Furber, M. J. W.; van Someren, K. A. & Howatson, G. Aerobic exercise intensity does not affect the anabolic signaling following resistance exercise in endurance athletes. *Sci. Rep.*, 11(1):10785, 2021.
- Kilen, A.; Bay, J.; Bejder, J.; Breenfeldt Andersen, A.; Bonne, T.; Larsen, P.; Carlsen, A.; Egelund, J.; Nybo, L.; Vidiendal Olsen, N.; *et al.* Distribution of concurrent training sessions does not impact endurance adaptation. *J. Sci. Med. Sport*, 24(3):291-6, 2021.
- Kim, B. R.; Seo, S. Y.; Oh, N. G. & Seo, J. S. Effect of nutrition counseling program on weight control in obese university students. *Clin. Nutr. Res.*, 6(1):7-17, 2017.
- Kim, J.; Kim, Y.; Seo, Y. G.; Park, K. H.; Jang, H. B.; Lee, H. J.; Park, S. I. & Lim, H. Evidence-based customized nutritional intervention improves body composition and nutritional factors for highly-adherent children and adolescents with moderate to severe obesity. *Nutr. Res. Pract.*, 14(3):262-75, 2020.
- Kotarsky, C. J.; Johnson, N. R.; Mahoney, S. J.; Mitchell, S. L.; Schimek, R. L.; Stastny, S. N. & Hackney, K. J. Time-restricted eating and concurrent exercise training reduces fat mass and increases lean mass in overweight and obese adults. *Physiol. Rep.*, 9(10):e14868, 2021.
- Kreipke, V. C.; Moffatt, R. J.; Tanner Ma, C. J. & Ormsbee, M. J. Effects of concurrent training and a multi-ingredient performance supplement containing *Rhodiola rosea* and *Cordyceps sinensis* on body composition, performance, and health in active men. *J. Diet. Suppl.*, 18(6):597-613, 2021.
- Kyröläinen, H.; Hackney, A. C.; Salminen, R.; Repola, J.; Häkkinen, K. & Haimi, J. Effects of combined strength and endurance training on physical performance and biomarkers of healthy young women. *J. Strength Cond. Res.*, 32(6):1554-61, 2018.
- Lee, M. J. C.; Ballantyne, J. K.; Chagolla, J.; Hopkins, W. G.; Fyfe, J. J.; Phillips, S. M.; Bishop, D. J. & Bartlett, J. D. Order of same-day concurrent training influences some indices of power development,

- but not strength, lean mass, or aerobic fitness in healthy, moderately-active men after 9 weeks of training. *PLoS One*, 15(5):e0233134, 2020.
- Mann, G.; Mora, S.; Madu, G. & Adegoke, O. A. J. Branched-chain amino acids: catabolism in skeletal muscle and implications for muscle and whole-body metabolism. *Front. Physiol.*, 12:702826, 2021.
- Methenitis, S. A brief review on concurrent training: from laboratory to the field. *Sports (Basel)*, 6(4):127, 2018.
- Moghadam, B. H.; Bagheri, R.; Ashtary-Larky, D.; Tinsley, G. M.; Eskandari, M.; Wong, A.; Moghadam, B. H.; Kreider, R. B. & Baker, J. S. The effects of concurrent training order on satellite cell-related markers, body composition, muscular and cardiorespiratory fitness in older men with sarcopenia. *J. Nutr. Health Aging*, 24(7):796-804, 2020.
- Okunogbe, A.; Nugent, R.; Spencer, G.; Ralston, J. & Wilding, J. Economic impacts of overweight and obesity: Current and future estimates for eight countries. *BJM Glob. Health*, 6(10):e006351, 2021.
- Ormsbee, M. J.; Willingham, B. D.; Marchant, T.; Binkley, T. L.; Specker, B. L. & Vukovich, M. D. Protein supplementation during a 6-month concurrent training program: Effect on body composition and muscular strength in sedentary individuals. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 28(6):619-28, 2018.
- Petré, H.; Löfving, P. & Psilander, N. The effect of two different concurrent training programs on strength and power gains in highly-trained individuals. *J. Sports Sci. Med.*, 17(2):167-73, 2018.
- Scotto, A.; Guerra, E.; Orlandi, C.; Bazzucchi, I. & Sacchetti, M. Effect of combined resistance and endurance exercise training on regional fat loss. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 57(6):794-801, 2017.
- Shamim, B.; Camera, D. M. & Whitfield, J. Myofibre hypertrophy in the absence of changes to satellite cell content following concurrent exercise training in young healthy men. *front. Physiol.*, 12:625044, 2021.
- Stokes, T.; Hector, A. J.; Morton, R. W.; McGlory, C. & Phillips, S. M. Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients*, 10(2):180, 2018.
- Thomas, D. T.; Erdman, K. A. & Burke, L. M. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 48(3):543-68, 2016.
- Timmons, J. F.; Hone, M.; Cogan, K. E.; Duffy, O. & Egan, B. Increased leg strength after concurrent aerobic and resistance exercise training in older adults is augmented by a whole food-based high protein diet intervention. *Front. Sports Act. Living*, 3:653962, 2021.
- Wilson, J. M.; Marin, P. J.; Rhea, M. R.; Wilson, S. M. C.; Loenneke, J. P. & Anderson, J. C. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J. Strength Cond. Res.*, 26(8):2293-307, 2012.
- Wrzosek, M.; Wozniak, J. & Włodarek, D. The effect of high-fat versus high-carb diet on body composition in strength-trained males. *Food Sci. Nutr.*, 9(5):2541-8, 2021.

Dirección para correspondencia:
Rodrigo Yáñez-Sepúlveda
Escuela de Educación
Pedagogía en Educación Física
Campus Rodelillo
Agua Santa 705
Viña del Mar
CHILE

E-mail:rodrigo.yanez@uvm.cl