

REVISTA ACADÉMICA  
**seys**

*Salud, Educación  
y Sociedad*



**UGR** Universidad  
del Gran Rosario

semestral / año 1 / número 2 / septiembre 2022

2

ISSN: 2796-986X



Florencia Echevarria - "Naturaleza diseñada"  
Estilógrafo sobre papel

# *Impacto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad en una población con enfermedades crónicas no transmisibles adscrita a Centros de Atención Primaria de la Salud de la ciudad de Rosario*

*Impact of High Intensity Interval Training Program in a Population with Non-Communicable Chronic Diseases Assigned to Primary Health Care Centers Rosario City*

## *Autores/as*

*Romina González* - rgonzalez@ugr.edu.ar -

Magíster - Directora Espacio de Deporte y Ciencias del Ejercicio. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

*Carlos Cagnone* - ccagnone@ugr.edu.ar -

Doctor - Director Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

*Melania Musuruana* - mmusuruana@ugr.edu.ar -

Psicóloga - Directora Centro de Estudios Sociales en Salud. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

*Sebastián Sánchez* - sebastian\_sanchez@hotmail.com -

Licenciado - Profesor Titular Prácticas Hospitalarias I. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

*Juan Pedro Bonifazzi* - subregionnortesalud@gmail.com -

Médico - Coordinador de Subregión Norte de Centros de Salud. Ministerio de Salud de la Provincia de Santa Fe, Argentina.

*Gabriel Converso* - gconverso@ugr.edu.ar -

Licenciado- Profesor Titular Metodología de la Investigación en Cs. de la Salud. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

RECIBIDO 06/07/2022

ACEPTADO 16/08/2022

## *Resumen*

**Introducción:** El relevamiento mundial del sedentarismo, que impacta notablemente sobre diversas enfermedades crónicas asociadas, promueve la necesidad de generar políticas públicas y programas que atiendan eficientemente esta problemática. Se implementó un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad en el primer nivel de atención de la salud de barrios periféricos de Rosario, Santa Fe, Argentina. **Objetivo:** Evaluar el impacto del programa, en personas adscritas a seis Centros de Atención Primaria de la Salud que presentaban enfermedades crónicas no transmisibles, considerando variables funcionales y antropométricas. **Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo y longitudinal para analizar resultados de pruebas de consumo máximo de oxígeno y seis variables antropométricas. **Resultados:** Se observaron cambios significativos en el consumo máximo de oxígeno, así como también en la composición corporal, lo cual se correlaciona con mejoras en la salud. **Conclusión:** El programa presentó diversos efectos positivos sobre las variables analizadas; mostró ser efectivo para aumentar el VO<sub>2</sub> máx, disminuir el peso corporal, reducir el porcentaje de tejido adiposo y aumentar el porcentaje muscular. Además, se debe enunciar que los resultados observados son dependientes de la carga y fueron superiores para los grupos de alto cumplimiento.

## *Palabras clave*

---

- Ejercicio físico
- Conducta sedentaria
- Atención Primaria de Salud
- Entrenamiento intervalado de alta intensidad
- Factores de riesgo

## *Summary*

---

**Introduction:** Sedentary lifestyle has a remarkable impact on a great number of associated chronic diseases encouraging the development of public policies and strategic agenda to efficiently attend to this problem. A high intensity interval training program (HIIT) was implemented at primary health care level in outlying districts from Rosario, Santa Fe, Argentina. **Objective:** To evaluate the impact of a training program in the population assigned to six primary health care centers diagnosed with chronic noncommunicable diseases taking into consideration several functional and anthropometric variables. **Methods:** A longitudinal prospective study was conducted to analyze the results of maximal oxygen uptake tests and other six anthropometric variables. **Results:** Significant changes were found in maximal oxygen uptake as well as in body composition and also correlated with improvements in overall health. **Conclusion:** This program presented various positive effects on the analyzed variables; showing to be effective in increasing VO<sub>2</sub> max, decreasing body weight, reducing the percentage of adipose

tissue and increasing the percentage of muscle tissue. Furthermore, the observed results were load-dependent and were better for the groups with high compliance.

## *Keywords*

---

- Exercise
- Sedentary Behavior
- Primary Health Care
- High-Intensity Interval Training
- Risk Factors

## *Introducción*

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce en el documento *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud* la importancia fundamental de vincular la actividad física con los beneficios en la salud (OMS, 2010: 10). En función de esto, plantea la necesidad de generar políticas públicas que faciliten la actividad física a nivel poblacional desde la estrategia de Atención Primaria. Asimismo, existen múltiples publicaciones científicas provenientes de países centrales desarrollados acerca del lugar primordial que ocupa el problema del sedentarismo como factor de riesgo modificable y el impacto que tiene sobre las enfermedades asociadas a él en la agenda de Salud Pública (Jung, Bourne y Little, 2014; Pedersen y Saltin, 2015).

El comportamiento sedentario es frecuente en la población que utiliza los servicios de salud públicos y es el sedentarismo el factor común que está presente en los/as pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles. De hecho, los resultados de la cuarta Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) realizados en Argentina en 2018 muestran diversas cifras alarmantes. A su vez, la prevalencia de actividad física baja aumentó significativamente respecto de la ENFR 2013 y alcanza a 6 de cada 10 individuos (INDEC, 2019).

En este sentido, la incorporación de un programa de actividad física en efectores públicos de salud sería una herramienta novedosa, ya que en los ámbitos de la salud no se imparten acciones de tratamiento mediante el entrenamiento a pacientes con enfermedades crónicas. El Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) es una intervención primaria clínicamente probada y rentable que retrasa y, en muchos casos, previene las cargas de salud asociadas con muchas enfermedades crónicas.

## Objetivo

El objetivo general de este estudio fue evaluar los efectos de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad, en personas usuarias del primer nivel de atención que presentan enfermedades crónicas no transmisibles, considerando variables antropométricas y funcionales.

## Métodos

Se realizó un estudio cuasiexperimental, prospectivo y longitudinal en el que se incluyeron personas mayores de 18 años que presentaron al menos una ECNT, usuarias de los Centros de Salud de la Provincia de Santa Fe pertenecientes a la Región IV-Nodo Rosario. Se excluyeron de este estudio personas que presentaban alguna limitación motriz o cognitiva que les impidiera realizar actividad física. El reclutamiento de los y las participantes se efectuó a través de la derivación del/la médico/a de su Centro de Salud de pertenencia. Se incluyeron personas con alguna de las siguientes ECNT: obesidad, diabetes tipo 2, hipertensión y/o EPOC.

Se implementó un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad durante veinte semanas, con una frecuencia de tres veces por semana. Se realizaron sesiones de trabajo con una duración total de 30 minutos, organizadas de la siguiente manera:

- Entrada en calor (5 minutos): movilidad articular, ejercicios de activación según el circuito de la semana. Progresar con el ritmo para elevar la FC a la zona de trabajo.
- Circuito de entrenamiento intervalado de alta intensidad (21 minutos): se seleccionó un circuito diferente para desarrollar en cada semana. Cada circuito constó de siete estaciones de ejercicios de 30” de duración por 30” de recuperación. El/la paciente debió realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en ese tiempo. Se realizaron tres vueltas completas al circuito. Se estableció un esquema de mesociclos y microciclos con las variantes de ejercicios para cada caso (ver Anexo 1).
- Vuelta a la calma (4 minutos): estiramientos de los principales grupos musculares.

Los datos fueron analizados según el grado de asistencia a las sesiones de entrenamiento, de modo que se conformaron dos grupos de participantes de acuerdo al siguiente criterio:

a) En la primera etapa del entrenamiento (semana 1 a la 12), se categorizó como Grupo A a quienes asistieron a 24 sesiones o más; el Grupo B estuvo constituido por quienes asistieron a entre 12 y 23 sesiones; y el Grupo C, por quienes asistieron a menos de 12 sesiones (este grupo fue considerado únicamente para la descripción del hábito de actividad física antes del inicio del programa).

b) En la segunda etapa del entrenamiento (semanas 13 a la 20), se categorizó como Grupo A a quienes asistieron a 16 sesiones o más, y como Grupo B a quienes asistieron entre 8 y 15 sesiones.

Se evaluó como variable funcional el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx) con el Chester Step Test (CST) y como variables antropométricas el peso (balanza digital OMRON Hbf-514c, China), la altura (cinta métrica metálica), IMC, perímetro de cintura (cinta métrica metálica marca LUFKIN®, Ohio, USA), sumatoria de 6 pliegues, (plicómetro marca Harpenden, USA), porcentaje de masa grasa y porcentaje de tejido adiposo (calculado con *software* Bodymetrix). (Ver Anexo 2.)

Se realizaron evaluaciones de las variables mencionadas en tres momentos de la investigación: previo al inicio (semana 0), durante el desarrollo (semana 12) y al finalizar el programa (semana 20).

Las comparaciones se realizaron mediante la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas en las variables cuantitativas con distribución normal (t de Student), y pruebas no paramétricas en las variables cuantitativas asimétricas (prueba de rangos con signo de Wilcoxon), así como en las categóricas (Chi cuadrado)(Hulley *et al.*, 2014).

Para evaluar la normalidad de la distribución de las variables cuantitati-

vas se aplicó el test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (Escurra, 1998). En todos los casos, se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p \leq 0,05$ . Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 23.

El proyecto se realizó en el marco de la normativa ética vigente para la investigación en salud con seres humanos. Cuenta con la evaluación y el dictamen favorable del Comité Provincial de Bioética de la provincia de Santa Fe (Registro Nro.: 749). Todos/as los/as participantes ingresaron al proyecto en forma voluntaria luego de haber firmado un consentimiento informado.

## Resultados

Ingresó al estudio un total de 103 participantes, de los cuales 94 (91,3%) eran mujeres. Las edades de los casos incluidos fueron de entre 18 y 69 años, promedio 42,47 años (DE=12,65).

Al finalizar la primera etapa del programa se observó que, en el Grupo A, un 92,3% (24/26) de las personas aumentaron al menos un nivel en el Chester Step Test. Lo mismo sucedió con el 66,7% de los casos del Grupo B (4/6). Diferencia entre grupos  $p=0,150$  (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de casos que aumentaron al menos 1 nivel en el Chester Step Test durante la primera etapa del programa

	Grupo A fr** (%)	Grupo B fr** (%)	p***
Aumentaron 1 nivel* o más	24 (92,3)	4 (66,7)	0,150
No aumentaron nivel*	2 (7,7)	2 (33,3)	
Total	26 (100)	6 (100)	

\* Nivel de consumo de O<sub>2</sub> según el Chester Step Test. \*\*Fr: Frecuencia. \*\*\*P: Prueba de Chi cuadrado.

Al finalizar la segunda etapa del programa, se observó que, en el Grupo A, un 50% aumentó al menos un nivel en el Chester Step Test. Lo mismo sucedió en el 41,2% de los casos en el Grupo B. Diferencia entre grupos  $p=0,725$  (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de casos que aumentaron al menos 1 nivel en el Chester Step Test durante la segunda etapa del programa

	Grupo A	Grupo B	P***
Aumentaron 1 nivel* o más	7 (50)	7 (41,2)	0,725
No aumentaron nivel*	7 (50)	10 (58,8)	
Total	14 (100)	17 (100)	

\* Nivel de consumo de O<sub>2</sub> según el Chester Step Test. \*\*Fr: Frecuencia. \*\*\*P: Prueba de Chi cuadrado.

En cuanto a las comparaciones intragrupo de la evolución de la variable peso en cada etapa del programa, fueron estadísticamente significativas para ambos grupos en la primera etapa (Grupo A,  $p=0,002$ ; Grupo B  $p=0,028$ ). Durante la segunda etapa, solo el Grupo A mostró cambios estadísticamente significativos ( $p=0,024$ ) (Tabla 3).

Respecto al IMC, la comparación intragrupo presentó cambios estadísticamente significativos solamente al finalizar la primera etapa (Grupo A,  $p=0,002$ ; Grupo B  $p=0,023$ ).

Tabla 3. Comparaciones intragrupo en las Etapas 1 y 2 según nivel de cumplimiento

Variables (media±DE)	Etapa 1						Etapa 2					
	Grupo A (n=28)			Grupo B (n=22)			Grupo A (n=15)			Grupo B (n=20)		
	Pre	Pos	p	Pre	Pos	p	Pre	Pos	p	Pre	Pos	p
Peso	88,41 ±19,65	85,13 ±17,05	0,002 (t=3,454)	81,64 ±16,38	80,39 ±15,72	0,028 (t=2,363)	88,96 ±15,54	86,94 ±15,02	0,024 (t=2,531)	83,15 ±12,91	83,44 ±13,60	0,723 (Z=-0,355)
IMC	35,58 ±8,68	34,32± 7,95	0,002 (t=3,349)	33,36 ±6,85	32,82 ±6,37	0,023 (t=2,444)	36,16 ±8,62	34,10 ±6,27	0,143 (t=1,554)	33,54 ±6,13	33,67 ±6,47	0,737 (Z=-0,336)
Sumatoria de 6 pliegues	223,29 ±55,72	194,89 ±42,46	<0,001 (t=4,831)	206,84 ±47,21	178,97 ±32,61	<0,001 (t=5,648)	201,70 ±42,31	203,89 ±46,49	0,67 (Z=-0,426)	191,16 ±33,24	199,67 ±31,00	0,062 (t=-1,982)
Perímetro de cintura	94,71 ±12,09	92,39 ±11,31	0,009 (t=2,838)	94,44 ±12,34	92,03 ±10,47	0,005 (t=3,132)	94,92 ±10,77	92,77 ±10,29	0,011 (t=2,944)	91,90 ±10,38	91,59 ±10,17	0,606 (t=0,524)
% de Masa muscular	35,75 ±3,96	37,83 ±3,83	0,009 (Z=-2,596)	36,19 ±3,15	38,94 ±2,35	<0,001 (t=5,115)	38,11 ±3,56	37,99 ±5,73	0,914 (t=0,110)	36,66 ±7,27	36,93 ±2,38	0,108 (Z=-1,605)
% de Masa grasa	38,46 ±4,76	35,41 ±4,92	<0,001 (t=3,988)	37,52 ±5,11	33,96 ±3,55	<0,001 (t=5,259)	34,98 ±4,88	36,85 ±6,89	0,152 (t=-1,514)	36,41 ±4,18	37,12 ±3,21	0,497 (t=-0,692)

Tabla 3. Etapa 1: semanas 1 a 12 del programa; Etapa 2: semanas 12 a 20 del programa.  
Grupo A: cumplimiento alto; Grupo B: cumplimiento medio. t: t de Student;  
Z: prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

En la comparación intragrupo de la sumatoria de 6 pliegues presentó cambios estadísticamente significativos solamente al finalizar la primera etapa (Grupo A,  $p= <0,001$ ; Grupo B  $p= <0,001$ ).

En la comparación intragrupo de la evolución de la variable perímetro de cintura en cada etapa del programa fueron estadísticamente significativas para ambos grupos en la primera etapa (Grupo A,  $p=0,009$ ; Grupo B  $p=0,005$ ). Durante la segunda etapa, solo el Grupo A mostró cambios estadísticamente significativos ( $p=0,011$ ).

En la comparación intragrupo del porcentaje de masa muscular y porcentaje de masa grasa se presentaron cambios estadísticamente significativos solamente al finalizar la primera etapa tanto para el Grupo A como el B.

## Discusión

En el presente estudio, el Consumo Máximo de Oxígeno valorado a través del Chester Step Test (CST) mostró cambios clínicamente significativos en el ascenso de nivel entre las diferentes etapas del programa de entrenamiento. Al inicio de la etapa 1, el 52% del total de los/as participantes presentaron valores de VO<sub>2</sub> máx inferiores a 21mlO<sub>2</sub>/kg/min, considerados de riesgo cardiovascular. Al final de dicha etapa solo el 2% de los/as participantes quedó en este nivel de riesgo, mientras que, al final del programa, el 32,3% alcanzó valores de VO<sub>2</sub> excelentes (más de 32 mlO<sub>2</sub>/kg/min). Resulta importante destacar que para realizar actividades de la vida diaria se requieren al menos 17,5 mlO<sub>2</sub>/kg/min (McAuley *et al.*, 2010). Aumentar un nivel en el CST implica haber ganado más de 3,5 mlO<sub>2</sub>/kg/min en el VO<sub>2</sub> máx. Respecto de la relevancia del ascenso en el nivel del CST, un estudio que ha investigado el impacto de la aptitud cardiorrespiratoria en la mortalidad por todas las causas y los eventos cardiovasculares reveló que un aumento en el VO<sub>2</sub> máx en más de 3,5 mlO<sub>2</sub>/kg/min está correlacionado con una reducción del 13% de la mortalidad por todas las causas, así como con una disminución del 15% en el riesgo de enfermedad cardiovascular (Kodama *et al.*, 2009). Los/as autores/as sugirieron que los efectos del aumento de al menos 3,5 mlO<sub>2</sub>/kg/min en el VO<sub>2</sub> máx son comparables a las influencias correspondientes de una disminución de perímetro de cintura (-7 cm), presión arterial sistólica (-5 mmHg), triglicéridos (-88 mg / dl), así como a los aumentos en HDL-C (+7.72 mg / dl), respectivamente.

En cuanto al IMC, indicador frecuentemente utilizado en salud, demostró que al inicio del programa la muestra presentaba obesidad grado 1 y esta clasificación no varió al final del programa (ver valores en Tabla 3). Este hecho

demuestra los límites del IMC como herramienta de control del cambio en la composición corporal, ya que las modificaciones respecto del porcentaje de tejido muscular y del porcentaje de masa grasa presentaron cambios estadísticamente significativos en ambos grupos en la primera etapa.

El perímetro de cintura se correlaciona con la grasa abdominal y se considera un predictor independiente de enfermedad cardiovascular. Por cada ganancia de 1 cm en el perímetro de cintura, aumenta el 2% en el riesgo de enfermedad cardiovascular (Kinnafock *et al.*, 2018). En relación con este trabajo, encontramos que el perímetro de cintura se redujo al menos 2 cm al final de la Etapa 1 en ambos grupos, mientras que en la Etapa 2 solo se redujo en el Grupo A.

La ganancia de masa muscular se traduce en un aumento en la tasa metabólica en reposo (Biddle y Batterham, 2015). Solamente en la etapa 1 ambos grupos presentaron cambios estadísticamente significativos en esta variable. Vale aclarar que el HIIT es un método de entrenamiento cardiovascular, sin embargo, las ganancias descritas en la masa muscular podrían corresponder a una respuesta fisiológica frente al entrenamiento de alta intensidad en poblaciones sedentarias, como las de nuestro estudio. Para continuar aumentando este tipo de tejido se requeriría la modificación de las cargas de trabajo en función de la hipertrofia muscular.

Respecto de la sumatoria de pliegues, una reducción de 20 mm, como se observa en promedio en este estudio en la Etapa 1, representa una disminución significativa del tejido adiposo, lo que, sumado al incremento de masa muscular hallado, se convierte en un gran avance en la calidad metabólica de la persona.

## Conclusiones

Se concluye que el programa de entrenamiento implementado mostró ser efectivo para aumentar el VO<sub>2</sub> máx, disminuir el peso corporal, reducir el porcentaje de tejido adiposo, aumentar el porcentaje muscular y variables antropométricas. Además, los cambios cardiometabólicos observados dejan en evidencia las limitaciones del IMC como herramienta para el control de las adaptaciones físicas al entrenamiento. Por otra parte, se debe enunciar que los resultados observados son dependientes de la carga y fueron superiores para los grupos de alto cumplimiento.

El Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad es una estrategia de intervención válida para mejorar la aptitud aeróbica y promover cambios positivos en la composición corporal. Este tipo de programas se ha promovido como un método de entrenamiento eficaz para mejorar los parámetros relacionados con la salud y el estado físico, lo cual es una ventaja notable en el desarrollo de un ejercicio estratégico habitual para prevenir y tratar las ECNT.

Se plantea la necesidad de considerar en el *screening* de pacientes con ECNT pruebas de condición física como el CST, que es de bajo costo, gran reproducibilidad y aporta de manera fiel un panorama del estado cardiometabólico. Para finalizar, se pudo ofrecer y probar la implementación de un programa de alto impacto en la salud en CAPS, en poblaciones que de otra manera no podrían acceder a estas intervenciones, fundamentalmente por sus recursos económicos.

## Declaración de conflicto de intereses

Los/as autores/as no declaran conflicto de intereses.

Fuentes de financiamiento: Fundación MAPRFE (Ayudas a la investigación Ignacio H. De Larramendi. Año 2018).



## Bibliografía

Australian Sports Commission (1996). *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Sidney. Editor UNSW Press.

Bennett, H.; Parfitt, G.; Davison, K. y Eston, R. (2016). Validity of Submaximal Step Tests to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Healthy Adults. *Sports Med.*, 46, 737-750.

Biddle, S. J. y Batterham, A. M. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 12(95), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0254-9>

Bodymetrix. Samper Design. <http://www.bodymetrix.com.ar>

Buckley, J. P.; Sim, J.; Eston, R. G.; Hession, R. y Fox, R. (2004). Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *Br J Sports Med.*, 38, 197-205. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.005389>

Escurra, L. M. (1998). Siegel, S. & Castellan, N. J. (1995). *Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta*. 4a. edición. México: Editorial Trillas. Persona, 001, 195-197. <https://doi.org/10.26439/persona1998.n001.1715>

Hulley, S. B.; Cummings, S. R.; Browner, W. S.; Grady, D. y Newman, T. B. (2014). *Diseño de investigaciones clínicas*. Barcelona: Wolters Kluwer Health.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (2019). 4° Encuesta Nacional de Factores de Riesgo. Resultados definitivos. Buenos Aires: Secretaría de Gobierno de Salud de la Nación. [https://www.indec.gov.ar/f-tp/cuadros/publicaciones/enfr\\_2018\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://www.indec.gov.ar/f-tp/cuadros/publicaciones/enfr_2018_resultados_definitivos.pdf)

Jung, M. E.; Bourne, J. E. y Little, J. P. (2014). Where Does HIT Fit? An Examination of the Affective Response to High-Intensity Intervals in Comparison to Continuous Moderate- and Continuous Vigorous-Intensity Exercise in the Exercise Intensity-Affect Continuum. *PloS one*, 9(12), e114541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114541>

Kinnafick, F. E.; Thøgersen-Ntoumani, C.; Shepherd, S. O.; Wilson, O. J.; Wagenmakers, A. y Shaw, C. S. (2018). In It Together: A Qualitative Evaluation of Participant Experiences of a 10-Week, Group-Based, Workplace HIIT Program for Insufficiently Active Adults. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 40(1), 10-19. <https://doi.org/10.1123/jsep.2017-0306>

Kodama, S.; Saito, K.; Tanaka, S.; Maki, M.; Yachi, Y.; Asumi, M.; Sugawara, A.; Totsuka, K.; Shimano, H.; Ohashi, Y.; Yamada, N. y Sone, H. (2009). Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women: A Meta-Analysis. *JAMA*, 301(19), 2024-2035. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>

McAuley, P. A.; Kokkinos, P. F.; Oliveira, R. B.; Emerson, B. T. y Myers, J. N. (2010). Obesity Paradox and Cardiorespiratory Fitness in 12,417 Male Veterans Aged 40 to 70 Years. *Mayo Clinic Proceedings*, 85(2), 115-121. <https://doi.org/10.4065/mcp.2009.0562>

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2010). *Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud*. [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977\\_spa.pdf;jsessionid=55E0C1EA64257FF26E8FCFFA9203-BA8E?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977_spa.pdf;jsessionid=55E0C1EA64257FF26E8FCFFA9203-BA8E?sequence=1)

Pedersen, B. K. y Saltin, B. (2015). Exercise as Medicine - Evidence for Prescribing Exercise as Therapy in 26 Different Chronic Diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3), 1-72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>

Robergs, R. y Landwehr, R. (2002). The Surprising History of The “HR-max=220-age” Equation. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5, 1-10.

Sykes, K. y Roberts, A. (2004). The Chester step test—a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. *Elsevier, Physiotherapy*, 90, 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2004.03.008>

## Anexo 1

Tabla 4. Plan de entrenamiento de los mesociclos 1, 2 y 3

Microciclo 1	Microciclo 2	Microciclo 3	Microciclo 4
1. Sentadillas libres	1. Sentadillas con banda	1. Subidas al banco	1. Vitalizaciones con mancuerna
2. Bíceps + Elevación de hombro	2. Boxeo	2. Bíceps con banda	2. Rotaciones de tronco con banda en bipedestación
3. Puente lateral (15" de cada lado)	3. Puente prono llevando rodillas al pecho	3. Puente glúteo	3. Puente prono con elevación de mano
4. Estocadas posteriores	4. Saltos en minitramp	4. Lanzamiento de medicine ball contra la pared	4. Sentadillas con elevación de pierna
5. Remo con banda	5. Pectorales con banda en bipedestación	5. Sentadillas libres con brazos en alto	5. Puente prono llevando rodilla contraria al codo
6. Puente glúteo	6. Lumbares sobre fitball	6. Bird Dog en cuadrupedia	6. Remo con mancuerna
7. Push up o pectorales con mancuerna	7. Desplazamiento lateral en 5m tocando la línea	7. Burpee caminando con las manos	7. Subidas al banco

Tabla 5. Plan de entrenamiento de los mesociclos 4 y 5

Microciclo 1	Microciclo 2	Microciclo 3	Microciclo 4
1. Sentadillas libres	1. Sentadillas con banda	1. Subidas al banco	1. Swing ruso
2. Bíceps + Pushpress	2. Wall ball	2. Push up	2. Puente prono con elevación de mano
3. Puente lateral (15" de cada lado)	3. Puente prono alto llevando rodillas al pecho	3. Lanzamiento de medicine ball contra la pared con pique	3. Subidas al banco
4. Estocadas posteriores	4. Lumbares sobre fitball	4. Sentadillas con disco o kettlebell	4. Walkout
5. Remo sentado con banda en los pies	5. Push up o pectorales con mancuerna	5. Sit ups	5. Sentadillas con elevación de pierna
6. Saltos en minitramp	6. Sit ups	6. Remo parado con banda en los pies o con mancuernas	6. Wall ball
7. Puente glúteo	7. Desplazamiento lateral en 5m tocando la línea	7. Saltos en minitramp	7. Saltos a cada lado del cono

## Anexo 2

### Variables Funcionales y Antropométricas

#### · Chester Step Test

El consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx) se mide comúnmente durante las pruebas de ejercicio graduadas para evaluar la aptitud cardiorrespiratoria, prescribir la intensidad del ejercicio y/o evaluar los efectos del entrenamiento. La prueba Chester Step Test (CST) fue desarrollada originalmente por Kevin Sykes en la Universidad de Chester para evaluar la aptitud aeróbica al predecir la potencia aeróbica máxima. Esta prueba se correlaciona altamente con el estándar de oro médico, que es la Ergoespirometría ( $r=0.92$ ;  $p < 0.001$ ) (Sykes y Roberts, 2004).

El procedimiento de la prueba se realizó sobre la base de las pautas generales del CST. Se utilizó una aplicación digital para teléfonos móviles que reproduce un metrónomo para regular los ritmos de paso (Metrónomo Beats, Stonekiks, Play Store). Después de una breve sesión informativa, el sujeto debía sincronizar sus pasos con pulsos de metrónomo a velocidades progresivas de 15; 20; 25; 30 y 35 ciclos por minuto por cada dos minutos consecutivos (un ciclo corresponde a cuatro pasos, dos para subir al step de 30cm de alto y dos para bajar).

La frecuencia cardíaca se controló al final de cada etapa mediante un oxímetro de pulso (Silfab, Arg.). Al final de cada etapa, se registraron la frecuencia cardíaca y la calificación del esfuerzo percibido (RPE). Como lo indican las reglas de detención de la prueba, el procedimiento continuó mientras el sujeto no mostrara signos de agotamiento excesivo (RPE <7 en la escala modificada de 1-10 de Borg) o frecuencia cardíaca no superior al

80% del máximo de la fórmula de Robinson (Robergs y Landwehr, 2002) (100% = 220- edad). La duración total de la prueba fue de 10 minutos (Buckley *et al.*, 2004). El VO<sub>2</sub> máx se calcula según la siguiente tabla:

Tabla 6. Etapas de la prueba y estimación del consumo máximo de oxígeno

ETAPA	I	II	III	IV	V
Ciclos/min	15	20	25	30	35
VO <sub>2</sub> ml/kg/min	16	21	27	32	37

Las 5 etapas de la prueba y la estimación del VO<sub>2</sub> máx según los ciclos por minutos de cada instancia en un step de 30cm (Buckley *et al.*, 2004).

El CST es una prueba submáxima que estima la tasa de VO<sub>2</sub> máx en ml por kg de peso corporal por minuto, de acuerdo con ecuaciones matemáticas validadas (Bennett *et al.*, 2016).

#### · Antropometría

Las mediciones antropométricas incluyen una serie de mediciones cuantitativas que fraccionan al cuerpo en 5 componentes: músculo, hueso, piel, masa residual y el tejido adiposo. Normalmente, se utilizan para evaluar la composición corporal del sujeto. Los elementos centrales de la antropometría son la altura, el peso, el índice de masa corporal (IMC), las circunferencias corporales, el grosor del pliegue de la piel y el diámetro de los huesos. Estas medidas son importantes porque representan criterios de diagnóstico para la obesidad, lo que aumenta significativamente el riesgo de afecciones como enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes mellitus y otras ECNT. Además, las mediciones antropométricas se pueden utilizar como punto de partida para la aptitud física y para medir

el progreso del entrenamiento.

Se evaluaron un total de 32 variables antropométricas por cada sujeto, entre ellas se encontraban:

- las variables básicas: peso corporal (kg), envergadura, talla sentado/a y talla de pie (cm);
- diámetros óseos: biacromial, tórax transverso, tórax anteroposterior, biiliocrestídeo, humeral, femoral muñeca y tobillo;
- perímetros corporales: cabeza, cuello, brazo relajado, brazo flexionado en tensión, antebrazo, muñeca, tórax mesoesternal, cintura, cadera, muslo máximo, pantorrilla y tobillo;
- pliegues cutáneos: bíceps, tríceps, subescapular, cresta ilíaca, supraespi-  
nal, abdominal, muslo frontal y pierna medial.

Para obtener el registro de las medidas anteriormente señaladas, se utilizaron los protocolos propuestos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Australian Sports Commission, 1996). Los profesionales antropometristas que participaron de las mediciones son certificados por ISAK Nivel 2.

Respecto de los instrumentos utilizados durante las evaluaciones, se utilizó para medir el peso corporal una balanza digital (OMROM Hbf-514c, China) con precisión de 100 gramos. La talla corporal, sentado/a y de pie, fue medida con cinta métrica adherida a la pared, donde los/as evaluados/as debían estar descalzos/as y se registró al final de la inspiración. Para la talla sentada se utilizó un cajón de 50 centímetros de alto. Para la marcación de los puntos antropométricos se utilizó un lápiz dermatográfico de color negro. Los diámetros óseos fueron medidos con un antropómetro corto y uno largo del kit de antropometría (Calibres Argentinos). Para la medición de los perímetros se utilizó una cinta métrica metálica marca LUFKIN® (Ohio, USA) con precisión de 1 milímetro. Por último, en la

medición de los pliegues cutáneos se utilizó un plicómetro marca Harpenden (USA) con precisión de 0,20 milímetros.

En cuanto a la determinación de los 5 componentes del fraccionamiento de la masa corporal (muscular, adiposo, óseo, residual y piel), se utilizó el método propuesto por Kerr, cuyos resultados fueron interpretados por medio del *software* Bodymetrix.

De todas las variables utilizamos para el análisis las siguientes:

- peso;
- altura;
- IMC;
- sumatoria de 6 pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo, pantorrilla;
- perímetro de cintura;
- porcentaje de masa muscular;
- porcentaje de masa grasa.

*Corrientes 1254, Rosario (2000)*

*Santa Fe, Argentina*

*341 - 4838100*

*revistaseys@ugr.edu.ar*



**UGR**

Universidad del  
Gran Rosario