



## L'entrenament intervàl·lic aeròbic semisupervisat millora la capacitat cardiorespiratòria en adults sedentaris amb factors de risc cardiometabòlic

Assumpta Ensenyat<sup>1</sup> , Leonardo Machado<sup>1\*</sup> , Sergi Matas<sup>2</sup> i Alfonso Blanco<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grup de Recerca Sistemes Complexos i Esport (SGR 975), Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (Espanya).

<sup>2</sup> Grup de Recerca Sistemes Complexos i Esport (SGR 975), Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (Espanya).

<sup>3</sup> Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (Espanya).

### Citació

Ensenyat, A., Machado, L., Matas, S. & Blanco, A. (2023). Semi-supervised aerobic interval training improves cardiorespiratory fitness in sedentary adults with cardiometabolic risk factors. *Apunts Educación Física y Deportes*, 154, 1-15. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/4\).154.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/4).154.01)

### Editat per:

© Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

### \*Correspondència:

Leonardo Machado  
[leonardoed.fisica@hotmail.com](mailto:leonardoed.fisica@hotmail.com)

### Secció:

Activitat física i salut

### Idioma de l'original:

Anglès

### Rebut:

8 de setembre de 2022

### Acceptat:

22 de febrer de 2023

### Publicat:

1 d'octubre de 2023

### Coberta:

Una esportista  
fent parkour.  
©Image Source.  
Adobe Stock.

### Resum

L'objectiu d'aquest estudi va ser avaluar els efectes d'un programa d'exercici d'alta intensitat semisupervisat juntament amb assessorament sobre hàbits adequats per a l'adaptació cardiorespiratòria a l'esforç en adults sedentaris amb factors de risc cardiometabòlic. Un assaig clínic controlat aleatoritzat de tres grups de quaranta setmanes de durada (intervenció de 16 setmanes i seguiment al cap de 24 setmanes). Es van assignar adults sedentaris (23 homes, 38 dones) amb edats compreses entre els 34 i els 52 anys ( $M = 44.6$ ,  $DT = 4.6$ ), i almenys un factor de risc cardiometabòlic, a un dels grups següents: (1) entrenament intervàl·lic aeròbic (EIA) més assessorament sobre hàbits adequats; (2) entrenament continu d'intensitat entre baixa i moderada més assessorament sobre hàbits adequats (ECT, d'"entrenament continu tradicional"); o (3) només assessorament sobre hàbits adequats (AHA). La capacitat cardiorespiratòria, quant a consum d'oxigen pic ( $VO_{2pic}$ ) i consum d'oxigen en el punt de compensació respiratòria ( $VO_{2PCR}$ ), l'índex d'eficiència ventilatòria (pendent de  $VE-VCO_2$ ) i el pendent d'eficiència del consum d'oxigen (PECO) es van avaluar a l'inici, després de la intervenció i en el seguiment. Tots els programes d'intervenció van generar canvis significatius comparables en la capacitat cardiorespiratòria, però els canvis en  $VO_{2pic}$  van diferir en funció de si els participants van assolir o no els criteris màxims a l'inici de l'estudi. La intervenció va ser més eficaç per als participants que no van assolir els criteris màxims a l'inici de l'estudi que per als que sí que els van assolir. En els participants que no van assolir els criteris màxims a l'inici de l'estudi,  $VO_{2pic}$  va augmentar significativament. Tots els programes d'intervenció van generar augments comparables significatius però no persistents de  $VO_{2UV}$ , cap canvi en el pendent de  $VE-VCO_2$  i millores persistents del PECO. La intervenció semisupervisada d'EIA va tenir efectes positius sobre l'adaptació fisiològica a l'esforç i la capacitat cardiorespiratòria, però no va diferir substancialment de l'ECT ni de l'AHA.

**Paraules clau:** consum d'oxigen, índex d'eficiència ventilatòria, pendent de l'eficiència del consum d'oxigen, prova d'exercici cardiopulmonar, prova d'exercici graduat, síndrome metabòlica.

## Introducció

La síndrome metabòlica (SM), un conjunt de factors de risc cardiometabòlic, té un fort efecte negatiu sobre la salut cardiovascular i la mort prematura (Gami et al., 2007). Les dades fàctiques epidemiològiques indiquen que els hàbits poc saludables estan estretament relacionats amb la creixent prevalença de la SM i altres malalties no transmissibles a tot el món (OMS, 2018). S'ha demostrat que el canvi d'hàbits genera resultats positius en la prevenció i el control del risc cardiometabòlic (Pattyn et al., 2013).

L'activitat física es considera un pilar d'un estil de vida saludable i estan ben demostrats els beneficis per a la salut de l'exercici d'intensitat moderada (Pedersen i Saltin, 2015). No obstant això, des de fa uns anys, hi ha un interès cada vegada més gran per l'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat (EIAI), en particular per l'entrenament intervàl·lic aeròbic (EIA), en entorns sanitaris extraacadèmics (Pattyn et al., 2013). Les dades fàctiques actuals han revelat el potencial de l'EIA com a valuosa estratègia per reduir la prevalença dels factors de risc cardiometabòlic (Tjønnha et al., 2018).

El nivell de capacitat cardiorespiratòria (CCR) també s'ha identificat com un factor de predicció independent i eficaç de la mortalitat (Lee et al., 2010; Myers et al., 2015). En una revisió sistemàtica recent, Lee (2020) va informar que, independentment de l'estat d'obesitat, una CCR baixa es relacionava amb un risc de síndrome metabòlica 3.59 vegades més gran, mentre que una CCR alta el disminuïa en un 77 %. Segons Knaeps et al. (2018), és probable que una combinació de disminució del sedentarisme (S) i augment de l'activitat física entre moderada i vigorosa (AFMV), que influeixi positivament en la CCR, sigui el més beneficiós per a la salut cardíaca i metabòlica.

La CCR s'avalua habitualment mitjançant el consum d'oxigen pic ( $VO_{2pic}$ ) mesurat durant una prova d'esforç cardiopulmonar (PECP). Un augment de  $VO_{2pic}$  de 3.5 ml/kg/min (1-EM: equivalent metabòlic) es tradueix en una millor supervivència d'entre el 10 % i el 25 % en ambdós sexes (Myers et al., 2015). S'ha informat que la reducció de la mortalitat pot ser encara més gran (un 30 % per augment d'1-EM) en persones amb baixa forma física (<5 EM de capacitat funcional) i cardiopatia que participen en programes de rehabilitació cardíaca (Myers et al., 2015).

L'EIA ha demostrat sistemàticament millors resultats que l'entrenament continu tradicional (ECT) a l'hora de millorar el  $VO_{2pic}$  (Pattyn et al., 2014; Wisløff et al., 2007). Atès que un  $VO_{2pic}$  baix està relacionat amb la mortalitat prematura i el risc cardiovascular (Lee, 2020; Myers et al., 2015), la capacitat potencial de l'EIA per millorar aquest paràmetre és, des del punt de vista de la salut, una

trobada prometedora.

A més del  $VO_{2pic}$ , la PECP permet avaluar diversos índexs que són relativament independents de l'esforç màxim, tals com l'índex d'eficiència ventilatòria (pendent de ventilació vs. producció de diòxid de carboni [pendent de  $VE-VCO_2$ ]) i el pendent d'eficiència del consum d'oxigen (PECO) (Baba et al., 1996). Aquests índexs són mesuraments integrats de l'adaptació fisiològica a l'exercici. Tenen valor pronòstic, són sensibles al canvi i rellevants per avaluar la progressió de la capacitat d'exercici en pacients amb cardiopatia o miopatia mitocondrial (Akkerman et al., 2010). Que sapiguem, hi ha pocs estudis que avaluin els efectes de les intervencions d'EIAI sobre aquests índexs en persones amb síndrome metabòlica (Guio de Prada et al., 2019a).

Com a últim concepte, encara que l'eficàcia de l'EIA per generar millores fisiològiques en un entorn de recerca ben controlat ja no està en dubte, hi continua havent interrogants sobre fins a quin punt els seus beneficis són transferibles a un entorn clínic menys controlat (eficàcia). Les dades fàctiques sobre l'eficàcia de les intervencions de foment de l'activitat física són contradictòries, ja que amb freqüència els programes d'exercici presenten grans taxes d'abandonament al cap d'unes setmanes o mesos. A més, la majoria dels estudis s'ha centrat en l'eficàcia a curt termini, però no han informat de la persistència dels efectes. Tot i així, per aconseguir resultats duradors i satisfactoris, aquests programes han d'incloure mesures que ajudin les persones a potenciar la seva autoeficàcia, millorant l'alfabetització i proporcionant eines d'autocontrol (OMS, 2018). En aquest sentit, el nostre estudi analitza els efectes a curt i mitjà termini i inclou una intervenció d'assessorament sobre hàbits adequats que incorpora estratègies per fomentar l'activitat física regular, minimitzar el sedentarisme, millorar els hàbits dietètics i potenciar l'autoeficàcia dels participants.

L'objectiu principal d'aquest estudi era avaluar l'eficàcia d'un programa d'entrenament intervàl·lic aeròbic (EIA) semisupervisat juntament amb l'assessorament sobre hàbits adequats en la capacitat cardiorespiratòria quant a  $VO_{2pic}$ , consum d'oxigen en el punt de compensació respiratòria ( $VO_{2PCR}$ ), pendent de  $VE-VCO_2$  i PECO en adults sedentaris amb factors de risc cardiometabòlic. Aquesta intervenció es va comparar amb l'entrenament continu d'intensitat entre baixa i moderada més assessorament sobre hàbits adequats (ECT) i amb només l'assessorament sobre hàbits adequats (AHA). Es va plantejar la hipòtesi que l'EIA mostraria millors resultats quant a millora de la CCR que l'ECT o l'AHA.

## Materials i metodologia

### Disseny

Es va dur a terme un assaig clínic controlat i aleatoritzat de tres grups (NCT02832453) en un entorn d'atenció primària durant un període de 16 setmanes, amb un seguiment a les 24 setmanes. Va incloure dos grups d'exercici semisupervisats amb diferents nivells d'intensitat d'exercici (EIA i ECT), així com un grup de control sense exercici (AHA) (Ensenyat et al., 2017, 2020).

### Participants

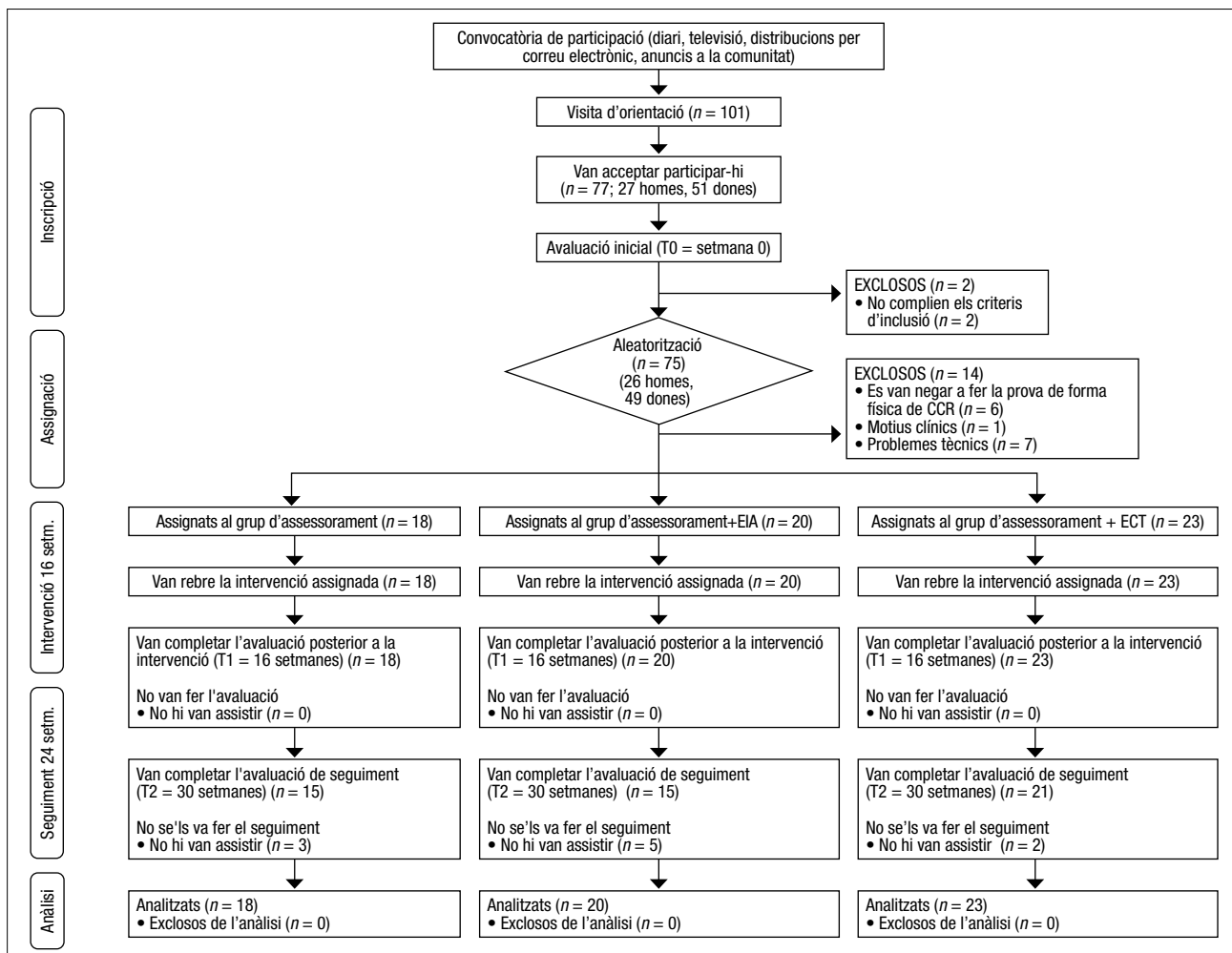
Inicialment, l'estudi va incloure 75 (26 homes, 49 dones) voluntaris sedentaris d'entre 34 i 55 anys. Els requisits d'admissió eren tenir entre 30 i 55 anys, passar la major

part del temps de vigília de manera sedentària (asseguts o ajaguts) i presentar almenys un factor de risc cardiometabòlic (perímetre de cintura > 94.5 cm per als homes, i > 89.5 cm per a les dones; pressió arterial  $\geq 130/85$  mmHg; triglicèrids en plasma  $\geq 150$  mg/dl; HDL en plasma < 40 mg/dl per als homes i < 50 mg/dl per a les dones; glucosa en dejú  $\geq 100$  mg/dl). Es van excloure les persones amb problemes de salut greus (obesitat mòrbida, malalties cardiopulmonars importants, trastorns neuromusculars o psiquiàtrics) o malalties que poguessin contraindicar l'exercici físic (Ensenyat et al., 2017, 2020).

Els participants es van reclutar en centres d'atenció primària i a través d'anuncis en els mitjans de comunicació. Tots els participants van ser plenament informats dels procediments experimentals i van donar el seu consentiment informat per escrit abans d'inscriure-s'hi. A continuació, se'ls va assignar aleatòriament a un dels grups de l'estudi (EIA, ECT o AHA) (Figura 1).

**Figura 1**

Organigrama de participants.



Nota: S'exclouen de l'organigrama de participants els participants inclosos a l'assaig Bellugat [Ensenyat, 2020 3078 /id] però que no van superar la prova de capacitat cardiorespiratòria.

CCR: capacitat cardiorespiratòria; EIA: grup d'estudi d'entrenament intervàl·lic aeròbic; AHA: grup d'estudi d'assessorament. ECT: grup d'estudi d'entrenament continu tradicional. T0: avaluació inicial; T1: avaluació de la intervenció a les 16 setmanes; T2: avaluació de seguiment a les 24 setmanes.

Els procediments de l'estudi van ser aprovats pel Comitè Ètic de Recerca Clínica de l'Institut d'Investigació en Atenció Primària Jordi Gol (IDIAP) (número de registre: P15/122) i es van ajustar a la Declaració de Hèlsinki (Cook et al., 2003). La metodologia d'estudi va complir les directrius de CONSORT (Schulz et al., 2011).

## Intervenció

L'assaig comprenia una intervenció de 16 setmanes i un seguiment al cap de 24 setmanes. Durant la fase d'intervenció, es va oferir a tots els grups assessorament sobre hàbits adequats, que va consistir en sis sessions en grup de 50 minuts i quatre sessions individuals de 40-50 minuts cada una (Ensenyat et al., 2017). Els dos grups d'exercici (EIA i ECT) també van emprendre un programa d'exercici físic semisupervisat. Aquest programa va consistir en 16 sessions d'entrenament en grup supervisades de 50 minuts de durada cada una i 32 sessions individuals sense supervisió. La freqüència de les sessions supervisades va anar disminuint al llarg de la intervenció, mentre anava augmentant la freqüència de les sessions individuals sense supervisió. Totes les sessions d'entrenament van constar de cinc parts: introducció, escalfament, part principal (vegeu més a baix), tornada a la calma i conclusió. La part principal diferia entre els grups d'EIA i d'ECT. Les sessions d'EIA van consistir en quatre repeticions de 4 minuts al 80 % del  $VO_{2pic}$ , alternades amb pauses actives de 2 minuts al 60 % del  $VO_{2pic}$  i van durar un total de 24 minuts de temps d'exercici efectiu, mentre que les sessions d'ECT van consistir en 40 minuts d'activitats d'intensitat moderada (60 % del  $VO_{2pic}$ ).

No es van notificar molèsties ni incidències. L'assistència mitjana a les sessions d'exercici supervisat i a les sessions d'assessorament grupal i individual va ser del 71.9 % (DT = 20.2), 83.1 % (DT = 17.1) i 98.8 % (DT = 5.4) de les sessions ofertes, respectivament. No hi va haver diferències entre els grups d'estudi ni entre sexes.

## Mesurament dels resultats

Els mesuraments dels resultats es van registrar a l'inici (T0 = setmana 0), després de la intervenció (T1 = setmana 16) i després del seguiment a les 24 setmanes (T2 = setmana 40).

### Prova d'exercici cardiorespiratori graduat

Els participants van completar una prova voluntària d'exercici màxim graduat en un cicloergòmetre (Monark 828E, Monark, Suècia). Després d'una fase d'escalfament de dos minuts a 10 W, la càrrega de treball va augmentar 20 W cada dos minuts

fins que els participants van ser incapaços de mantenir la cadència preestablerta (60 rpm) o si s'observaven respostes anòmales (Balady et al., 2010).

Durant la prova, es van mesurar variables ergoespiromètriques utilitzant el sistema metabòlic Oxycon Mobile (Oxycon Mobile, Carefusion, Alemanya). Es van efectuar calibratges de gas abans de cada prova. La freqüència cardíaca es va mesurar amb un pulsòmetre de pit Polar 610s (Polar Electro YO, Kempele, Finlàndia). La tensió arterial es va prendre 30 segons abans de la finalització de cada etapa utilitzant un tensímetre automàtic per a la part superior del braç (Omron M, Omron Healthcare Europe B.V. Hoofddorp, Països Baixos). Abans de finalitzar la fase, els participants van comunicar la seva percepció subjectiva de l'exercici utilitzant l'escala CR-10 de Borg (Borg i Kaijser, 2006). La cronotropia superior al 85 % (Balady et al., 2010) i la taxa d'intercanvi respiratori (TIR) > 1.1 es van utilitzar com a criteris per haver assolit l'esforç màxim.

L'obtenció de dades es va dur a terme en una sala de laboratori ben ventilada. Es va indicar als participants que fessin dejú i evitessin el consum de cafeïna durant les dues hores prèvies a la prova, i se'ls va demanar que evitessin qualsevol exercici extenuant el dia anterior a la prova.

### Mides màximes

Es van comunicar les dades ergoespiromètriques màximes (pic) de càrrega de treball (CT), consum d'oxigen ( $VO_2$ ), producció de diòxid ( $VCO_2$ ), ventilació (VE), freqüència cardíaca (FC), pressió arterial (pressió arterial sistòlica [PAS]), pressió arterial diastòlica [PAD] i pressió arterial mitjana [PAM]).

### Mesures independents de l'esforç

Per avaluar la capacitat d'exercici submàxima, es va obtenir el punt de compensació respiratòria (PCR) mitjançant un augment concomitant dels dos equivalents ventilatoris ( $VE-VO_2$  i  $VE-VCO_2$ ) i una disminució de la pressió parcial de  $CO_2$  ( $P_{ET}CO_2$ ) després d'un replà (Beaver et al., 1986). Dos observadors van calcular aquest punt de manera independent i ho van corroborar posteriorment.

El pendent de l'eficiència ventilatòria es va obtenir mitjançant una anàlisi de regressió lineal de la relació entre la ventilació (VE) i la producció de diòxid de carboni ( $VCO_2$ ) amb totes les dades de l'exercici (Arena et al., el 2003). El pendent de l'eficiència del consum d'oxigen (PECO) es va calcular amb totes les dades de l'exercici segons Baba et al. (1996) duent a terme una anàlisi de regressió lineal de la relació entre  $VO_2$  i el logaritme de VE ( $VO_2 = a \log_{10} VE + b$ ).

## Indicadors de risc cardiometabòlic i hàbits

Es va calcular una puntuació de gravetat de la síndrome metabòlica (PGSM) contínua, segons el que van descriure Wiley i Carrington (2016). La puntuació conté sis factors de risc: perímetre de cintura (PC), concentració de triglicèrids (CT), concentració de colesterol de lipoproteïnes d'alta densitat (HDL, per les sigles en anglès), glucèmia, pressió arterial sistòlica (PAS) i pressió arterial diastòlica (PAD). El PC es va mesurar per triplicat seguint les directrius de l'OMS (2011). Les mostres de sang per determinar les xifres de CT, HDL i glucosa es van obtenir després d'un dejuni nocturn i es van analitzar amb mètodes automatitzats a l'hospital universitari. La pressió arterial (PA) es va mesurar a nivell de l'artèria braquial del braç dominant utilitzant un dispositiu automatitzat (Omron M, Omron Healthcare Europe B.V. Hoofddorp, Països Baixos), amb el participant en posició asseguda relaxada.

El comportament actiu i el sedentarisme es van avaluar objectivament utilitzant l'acceleròmetre ActiGraph GT3X+ (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, EUA) durant set dies consecutius. Les dades dels acceleròmetres es van descarregar i es van analitzar amb el programa informàtic ActiLife 6.0 (ActiGraph, Pensacola, FL, EUA). Es van excloure de l'anàlisi les hores de son. Es van analitzar les dades per obtenir un índex global d'activitat física (nombre de passos diaris i com a magnitud vectorial [MV] en recomptes mitjans per minut [RMM]) i el percentatge de temps dedicat a realitzar diferents nivells d'activitat física (Troiano et al., 2008).

Es va completar un registre dietètic de 24 hores durant tres dies (dues entre setmana i un en cap de setmana) per controlar els hàbits alimentaris de cada participant. Per analitzar els registres dietètics, es va utilitzar el programa informàtic PCNCSNIS 1.0. Es va calcular l'índex d'alimentació saludable (IAS) per avaluar l'estat dietètic dels participants (Basiotis et al., 2002).

## Mètodes estadístics

Per determinar la mida de la mostra d'aquest estudi, es va dur a terme una anàlisi de potència amb G\*Power 3.1. (Faul et al., 2007) i els resultats obtinguts per Tjonna et al. (2008) en una intervenció supervisada d'exercici físic dirigida a persones amb síndrome metabòlica. A fi de detectar els canvis esperats amb una hipòtesi bilateral, una mida de l'efecte esperat de  $d = .46$ , un  $\alpha$  de risc de  $.05$ , una potència del  $80\%$  i mesuraments repetits en 3 ocasions i 3 grups d'estudi; el nombre estimat de participants va ser de 48; 16 persones per grup d'estudi. La mostra actual

de 62 persones es va considerar suficient per avaluar les hipòtesis plantejades en relació amb la CCR.

Es va comprovar la normalitat de les dades i, a continuació, es van utilitzar les proves de khi quadrat ( $\chi^2$ ) i Kruskal-Wallis (K-W) per comparar els grups de l'estudi a l'inici (T0). Així mateix, es va fer una anàlisi per intenció de tractar tots els participants que van completar la prova d'exercici graduat a l'inici de l'estudi. Es van establir dos marcs temporals: eficàcia (al final de la intervenció; T1) i persistència (en el seguiment a les 24 setmanes; T2). Es van utilitzar les proves de Wilcoxon i Kruskal-Wallis per analitzar les diferències entre els grups d'estudi i els canvis al llarg del temps. Les variables contínues s'expressen com a mitjana i desviació típica (DT). Per la seva banda, les variables categòriques s'expressen com a recomptes ( $n$ ) i percentatges (%), llevat que s'especifiqui el contrari.

Es va utilitzar la correlació de Pearson ( $r$ ) per avaluar les associacions entre les variables quantitatives.

La significació es va fixar en  $p < .05$ . Per a totes les anàlisis, es va utilitzar SPSS 17.0 (SPSS, Chicago, IL, EUA).

## Resultats

### Participants

61 participants (23 homes i 38 dones) d'edats compreses entre els 34 i els 52 anys ( $M = 44.6$ ;  $DT = 4.6$ ) van superar la prova inicial d'exercici graduat (Figura 1). No hi va haver diferències entre els grups de l'estudi quant a activitat física, hàbits dietètics o altres factors de risc cardiometabòlic a l'inici de l'estudi.

### Resultats en matèria de risc cardiometabòlic i hàbits

Es va observar un efecte temporal significatiu per a PGSM sense efecte grupal (Taula 1). Es va observar una petita disminució significativa de la puntuació de PGSM després de la intervenció. Els canvis van persistir durant el seguiment: el  $34.4\%$  i el  $35.7\%$  dels participants van reduir la seva puntuació de PGSM en almenys 0.5 punts en T1 i T2. Els efectes van ser similars en tots els grups de l'estudi.

Els participants van portar l'acceleròmetre durant 6.98 ( $DT = 0.6$ ) dies i 820.9 ( $DT = 7$ ) minuts al dia. Es va observar un efecte temporal significatiu per a passos/dia, activitat global, temps sedentari, AFMV i IAS sense efecte grupal (Taula 1).

**Taula 1**

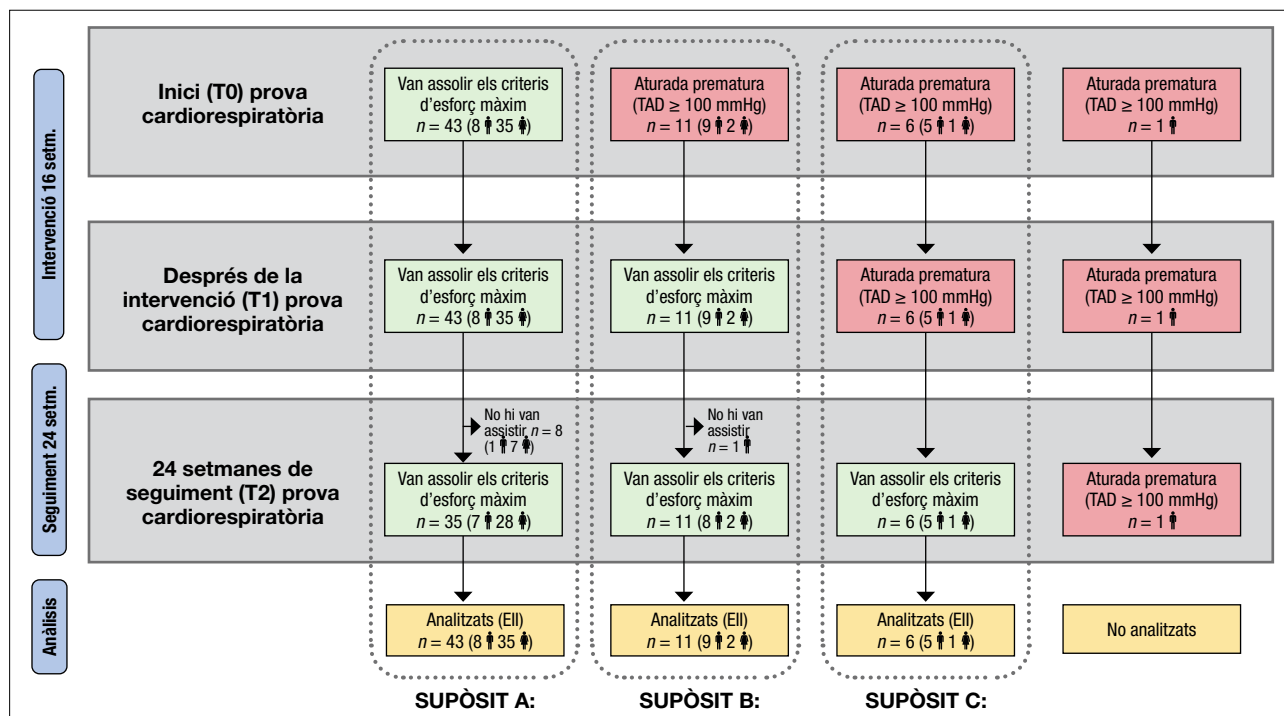
Puntuació de risc de síndrome metabòlica i mesures en qüestió d'hàbits a l'inici (T0), després de la intervenció (T1) i en el seguiment al cap de 24 setmanes (T2) (n = 61).

	T0		T1		T2		T0 vs. T1		T0 vs. T2		
	N	M	DT	M	DT	M	DT	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>
<b>PUNTUACIÓ DE GRAVETAT DE LA SÍNDROME METABÒLICA</b>											
PGSM (Wiley 2016)	61	1.5	1.5	0.9	1.1	0.9	1.1	.000	.874	.000	.325
<b>ACTIVITAT FÍSICA/SEDENTARISME/HÀBITS ALIMENTARIS</b>											
Passos/dia (nombre)	61	8318.6	2350.5	9586.3	3633.3	9235.7	3086.6	.000	.488	.004	.938
MV (RMM)	61	649.8	144.8	697.2	195.6	694.6	170.1	.029	.155	.023	.985
Temps de sedentarisme (% <sup>a</sup> )	61	62.5	6.1	61.0	7.7	61.1	6.3	.054	.109	.037	.755
AFL (% <sup>a</sup> )	61	33.2	6.0	33.8	7.2	33.7	5.9	.264	.227	.399	.925
AFMV (% <sup>a</sup> )	61	4.4	2.0	5.2	2.7	5.2	2.5	.001	.227	.003	.936
AFMV (min/dia)	61	35.8	17.1	44.6	24.9	43.3	23.0	.000	.379	.003	.903
IAS (Bassiotis, 2002)	61	45.5	17.2	51.0	15.0	55.3	16.0	.030	.195	.003	.330

Nota: EIA: grup d'estudi que va fer entrenament intervàl·lic aeròbic; AHA: grup d'estudi que només va rebre assessorament; RMM: recomptes mitjans per minut; IAS: índex d'alimentació saludable (Bassiotis, 2002); AFL: activitat física d'intensitat lleugera; PGSM: puntuació de gravetat de la síndrome metabòlica; AFMV: activitat física d'intensitat entre moderada i vigorosa; ECT: grup d'estudi que va fer un entrenament continu tradicional; MV: magnitud vectorial. T0: avaluació inicial; T1: després de l'avaluació de la intervenció de 16 setmanes; T2: avaluació de seguiment a les 24 setmanes. <sup>a</sup> Percentatge respecte al temps de vigília. Les dades s'expressen com a mitjana (M) i desviació típica (DT). P<sub>w</sub>, segons la prova de Wilcoxon; P<sub>kw</sub>, segons la prova de Kruskal-Wallis.

**Figura 2**

Distribució dels participants en supòsits segons els motius per abandonar la prova cardiorespiratòria en cada moment de l'avaluació.



Nota: El **supòsit A** correspon als participants que van assolir els criteris màxims per a la prova de CCR en T0, T1 i T2; el **supòsit B** correspon als participants que van finalitzar la prova de CCR a causa d'una resposta d'hipertensió arterial en T0, però que van assolir els criteris màxims per a la prova de CCR en T1 i T2; el **supòsit C** correspon als participants que van finalitzar la prova de CCR a causa d'una resposta d'hipertensió arterial en T0 i T1, però que van assolir els criteris màxims per a la prova de CCR en T2. CCR: capacitat cardiorespiratòria; PAD: pressió arterial diastòlica; T0: avaluació inicial; T1: després de l'avaluació de la intervenció de 16 setmanes; T2 en l'avaluació de seguiment al cap de 24 setmanes.

**Taula 2**

Dades de les proves de capacitat cardiorespiratòria a l'inici (T0), després de la intervenció (T1) i en el seguiment al cap de 24 setmanes (T2).

		T0		T1		T2		T0 vs. T1		T0 vs. T2		
		N	M	DT	M	DT	M	DT	Efecte temporal P <sub>W</sub>	Efecte grupal P <sub>KW</sub>	Efecte temporal P <sub>W</sub>	Efecte grupal P <sub>KW</sub>
<b>CÀRREGA DE TREBALL PIC</b>												
CT <sub>pic</sub> (CT)	Tot	61	118.39	36.58	138	40	138.9	42.0	.000	.757	.000	.739
	A	43	119.3	37.3	129.3	40.1	127.5	41.4	.000	.757	.002	.739
	B	11	120	38.7	164.5	35.9	170	29.7	.003	.772	.003	.727
	C	6	103.3	30.11	146.7	23.38	156.7	32.7	.066	.519	.057	.454
VO <sub>2pic</sub> (ml/kg/min)	Tot	61	23.8	6.0	26.2	6.8	25.3	6.9	.001	.206	.101	.005
	A	43	24.5	5.9	25.4	7.0	23.9	6.8	.299	.206	.356	.005
	B	11	23.5	6.3	29.1	6.3	28.1	6.9	.003	.824	.021	.591
	C	6	19.5	6.1	25.1	4.5	28.0	3.2	.046	.888	.028	.213
<b>CÀRREGA DE TREBALL DE LLINDAR VENTILATORI</b>												
CT <sub>UV</sub> (CT)		61	98.5	29.5	112.0	30.5	105.4	32.1	.001	.579	.172	.590
VO <sub>2UV</sub> (ml/kg/min)		61	16.1	4.2	18.2	4.4	16.7	4.4	.000	.930	.528	.216
pVO <sub>2UV</sub> (% de VO <sub>2pic</sub> )		61	68.7	10.6	70.2	10.3	67.2	14.1	.423	.419	.132	.397
<b>ÍNDEXS</b>												
Pendent de VE-VCO <sub>2</sub> (prova completa)		61	28.7	3.8	28.3	3.7	29.6	4.0	.318	.079	.017	.872
PECO (prova completa)		61	1.8	0.6	2.0	0.6	1.9	0.6	.000	.281	.191	.158

Nota: PECO: pendent de l'eficiència del consum d'oxigen; pVO<sub>2</sub>: percentatge en relació amb VO<sub>2pic</sub>; T0: Inici; T1: a les 16 setmanes d'intervenció; T2: seguiment a les 24 setmanes; VCO<sub>2</sub>: producció de diòxid de carboni; VE: ventilació; VO<sub>2</sub>: consum d'oxigen; UV: llindar ventilatori; GP: generació de potència. Les dades s'expressen com a mitjana (M) i desviació típica (DT). P<sub>W</sub>: segons la prova de Wilcoxon; P<sub>KW</sub>: segons la prova de Kruskal-Wallis.

## Prova d'exercici cardiorespiratori graduat

Seixanta-un participants van completar l'avaluació inicial mitjançant proves cardiorespiratòries. Quaranta-tres (70.5 %) participants la van superar i van assolir els criteris d'esforç màxim. Tal com mostra la Figura 2, aquests participants també van assolir els nivells d'esforç màxim en T1 i T2 (supòsit A). Els altres 18 participants (29.5 %) van haver d'abandonar la prova inicial a causa d'una resposta anormal de la tensió arterial (supòsit B i supòsit C). No hi va haver diferències entre els grups d'estudi quant als motius per abandonar la prova cardiorespiratòria ( $\chi^2 = 1.431$ ,  $p = .489$ ).

Considerem que no és possible analitzar les dades dels valors màxims amb tots els participants/supòsits en una mateixa categoria. Per això, hem dividit l'anàlisi de VO<sub>2pic</sub> en tres supòsits (Taula 2). Les dades independents de l'esforç s'han analitzat amb tots els participants en una mateixa categoria.

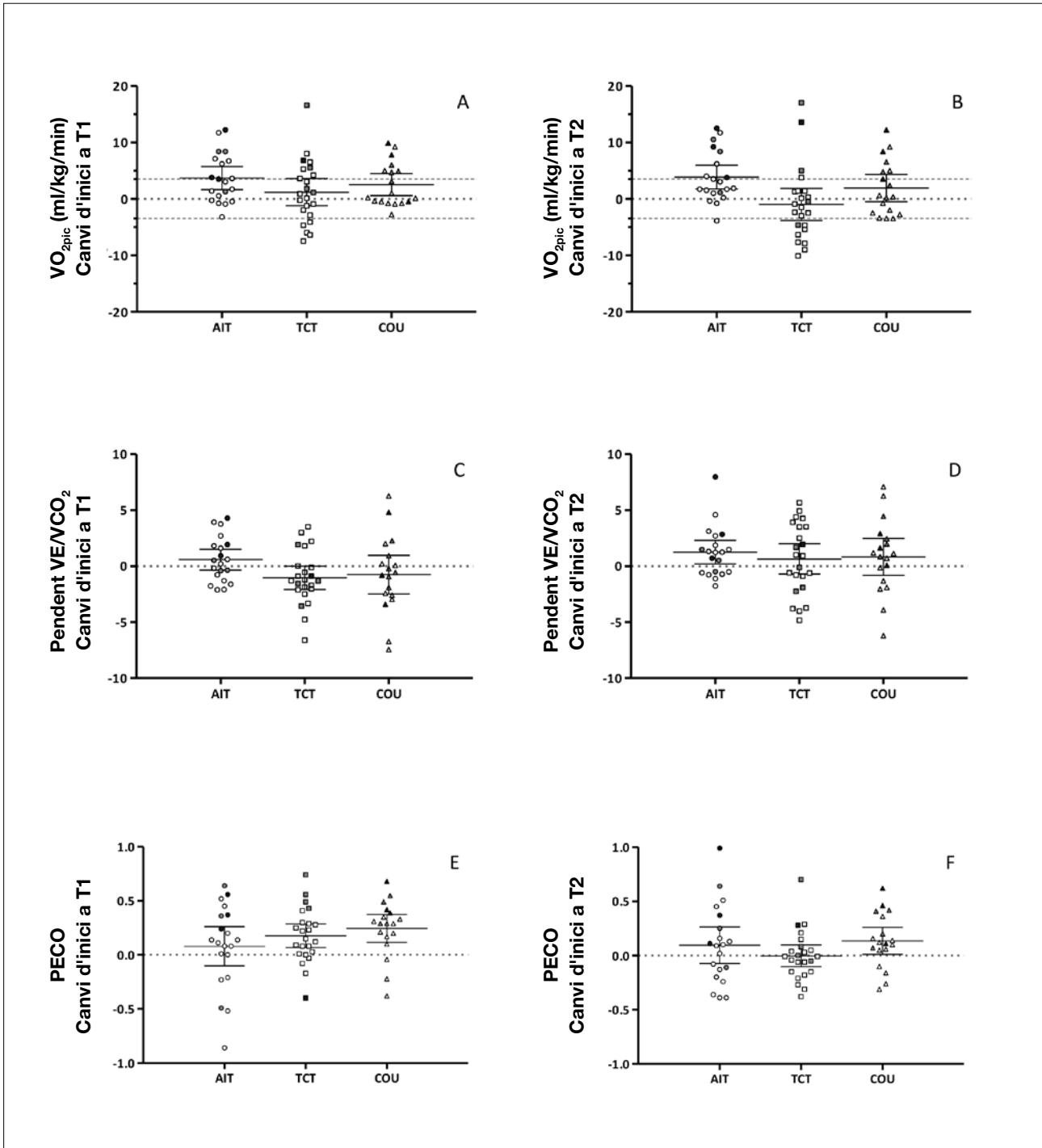
## VO<sub>2pic</sub>

Supòsit A: A l'inici (T0), no hi va haver diferències significatives entre els grups d'estudi en relació amb els valors pic. La taxa d'intercanvi respiratori pic (TIR<sub>pic</sub>) (M = 1.19, DT = 0.07), la cronotropia (M = 85.5 %, DT = 17.7) i els valors de Borg CR-10 (M = 7.8, DT = 1.8) suggereixen un alt nivell d'esforç durant la prova.

Es va observar un efecte temporal significatiu per a la càrrega de treball màxima (CT<sub>pic</sub>) sense efecte grupal (Taula 3a). Malgrat aquesta millora, el VO<sub>2pic</sub> no va canviar després de la intervenció ni en el seguiment. Els augments mitjans del VO<sub>2pic</sub> van tendir a ser millors en el grup EIA, però els canvis van ser inferiors al llindar clínic de 3.5 ml/kg/min (Figura 3). No obstant això, el percentatge de participants que van millorar el seu VO<sub>2pic</sub> per sobre d'aquest llindar va ser més gran en el grup EIA (36 %) que en els altres grups (ECT = 28 %; AHA = 8 %). Durant el seguiment, la millora va persistir en el 28 % dels participants de l'EIA, però només en el 5 % i el 18 % dels participants dels grups d'ECT i l'AHA.

**Figura 3**

Canvis individuals des de l'inici fins al final de la intervenció de 16 setmanes (panell esquerre) i des de l'inici fins al seguiment a les 24 setmanes (panell dret) per a  $VO_{2pic}$ , pendent de  $VE/VCO_2$  i PECO.



Nota: T1: avaluació després de la intervenció de 16 setmanes; T2: avaluació de seguiment al cap de 24 setmanes.

EIA: grup d'estudi que va fer entrenament intervàlic aeròbic; AHA: grup d'estudi que només va rebre assessorament; ECT: grup d'estudi que va fer entrenament continu tradicional.

PECO: pendent de l'eficiència del consum d'oxigen;  $VCO_2$ : producció de diòxid de carboni; VE: ventilació;  $VO_2$ : consum d'oxigen;

UV: llinar ventilatori; GP: generació de potència. Cada punt indica un participant individual

O Els símbols clars indiquen el supòsit A; els símbols grisos indiquen el supòsit B, i ● els símbols gris negre, el supòsit C



**Taula 3a**

Dades de les proves de capacitat cardiorespiratòria a l'inici (T0), després de la intervenció (T1) i en el seguiment al cap de 24 setmanes (T2) per al supòsit A (n = 43).

	T0			T1		T2		T0 vs. T1		T0 vs. T2	
	N	M	DT	M	DT	M	DT	Efecte temporal P <sub>W</sub>	Efecte grupal P <sub>KW</sub>	Efecte temporal P <sub>W</sub>	Efecte grupal P <sub>KW</sub>
<b>CÀRREGA DE TREBALL PIC</b>											
CT <sub>pic</sub> (CT)	43	119.3	37.3	129.3	40.1	127.5	41.4	.000	.757	.002	.739
VO <sub>2pic</sub> (ml/kg/min)	43	24.5	5.9	25.4	7.0	23.9	6.8	.299	.206	.356	.005
VE <sub>pic</sub> (l/min)	43	66.1	15.8	69.2	18.9	67.7	17.7	.303	.036	.552	.016
FC <sub>pic</sub> (l. p. m.)	43	160.1	16.1	158.0	13.6	160.8	15.3	.091	.906	.945	.318
FC <sub>pic</sub> (ml/b)	43	11.5	4.3	11.9	4.8	11.0	4.2	.218	.069	.065	.003
TAS <sub>pic</sub> (mmHg)	43	178.7	22.1	170.8	17.3	166.9	19.0	.004	.374	.000	.610
TAD <sub>pic</sub> (mmHg)	43	87.8	7.0	83.6	7.1	82.6	7.4	.004	.059	.002	.056
TAM <sub>pic</sub> (mmHg)	43	118.1	10.6	112.7	9.4	110.7	10.5	.001	.140	.000	.695
<b>CÀRREGA DE TREBALL DE LLINDAR VENTILATORI</b>											
CT <sub>UV</sub> (CT)	43	99.8	30.4	104.9	28.3	99.3	28.4	.085	.794	.847	.975
VO <sub>2UV</sub> (ml/kg/min)	43	16.6	4.1	17.7	4.1	16.2	4.3	.013	.820	.294	.329
pVO <sub>2UV</sub> (% de VO <sub>2pic</sub> )	43	68.6	9.5	70.5	8.8	68.9	14.6	.398	.188	.612	.325
<b>ÍNDEXS</b>											
Pendent de VE-VCO <sub>2</sub> (prova completa)	43	29.5	3.9	29.1	4.3	30.1	4.2	.223	.155	.159	.456
PECO (prova completa)	43	1.7	0.7	1.8	0.6	1.7	0.7	.007	.419	.269	.901

Nota: PAD: pressió arterial diastòlica; FC: freqüència cardíaca; PAM: pressió arterial mitjana; PECO: pendent de l'eficiència del consum d'oxigen; pVO<sub>2</sub>: percentatge respecte a VO<sub>2pic</sub>; PAS: pressió arterial sistòlica; T0: Inici; T1: a les 16 setmanes d'intervenció; T2: seguiment a les 24 setmanes; VCO<sub>2</sub>: producció de diòxid de carboni; VEU: ventilació; VO<sub>2</sub>: consum d'oxigen; UV: llindar ventilatori; GP: generació de potència.

Les dades s'expressen com a mitjana (M) i desviació típica (DT).

P<sub>W</sub>: segons la prova de Wilcoxon; P<sub>KW</sub>: segons la prova de Kruskal-Wallis.

Supòsit B: Tal com mostra la Figura 2, onze participants van haver d'abandonar la prova inicial (valors de TIR<sub>pic</sub> [M = 1.02, DT = 0.11], cronotropia [M = 60.8 %, DT = 21.4], Borg CR-10 [M = 5.3, DT = 2.0]). No es van observar diferències amb significació estadística entre els grups d'estudi. Al final de la intervenció, aquests participants van millorar la seva adaptació a l'esforç i van assolir l'esforç màxim tan bé com en el seguiment. Es va observar un efecte temporal positiu moderat per a VO<sub>2pic</sub> sense efectes grupals de l'estudi (Taula 3b). Set participants (63.6 %) van millorar el seu VO<sub>2pic</sub> en almenys 3.5 ml/kg/min al final de la intervenció i aquest va continuar sent elevat en sis d'ells quan es va fer l'avaluació de seguiment.

Supòsit C: Sis participants van haver d'abandonar la prova d'exercici cardiorespiratori a l'inici i al final de la intervenció, però van poder assolir els criteris màxims en el seguiment (valors de TIR<sub>pic</sub> [M = 1.2, DT = 0.09], cronotropia [M = 94.6 %, DT = 12.1], Borg CR-10 [M = 7.3, DT = 1.]).

Tot i que al final de la intervenció (T1) aquests participants van haver d'abandonar la prova cardiorespiratòria, VO<sub>2pic</sub> va mostrar un gran augment significatiu. En el seguiment, VO<sub>2pic</sub> va millorar encara més, i els 6 participants van augmentar VO<sub>2pic</sub> en més de 3.5 ml/kg/min (Taula 3c).

**Taula 3b**

Dades de les proves de capacitat cardiorespiratòria a l'inici (T0), després de la intervenció (T1) i en el seguiment al cap de 24 setmanes (T2) per al supòsit B (n = 11).

	T0			T1		T2		T0 vs. T1		T0 vs. T2	
	N	M	DT	M	DT	M	DT	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>
<b>CÀRREGA DE TREBALL PIC</b>											
CT <sub>pic</sub> (CT)	11	120	38.7	164.5	35.9	170	29.7	.003	.772	.003	.727
VO <sub>2pic</sub> (ml/kg/min)	11	23.5	6.3	29.1	6.3	28.1	6.9	.003	.824	.021	.591
VE <sub>pic</sub> (l/min)	11	63.2	20.0	84.7	20.5	87.4	24.2	.006	.839	.008	.232
FC <sub>pic</sub> (l. p. m.)	11	139.4	17.4	154.5	12.2	160.2	11.9	.033	.876	.004	.414
FC <sub>pic</sub> (ml/b)	11	15.3	3.2	16.7	2.4	15.7	3.2	.110	.564	.722	.515
TAS <sub>pic</sub> (mmHg)	11	202.6	21.8	192.5	11.0	195.3	11.9	.168	.190	.247	.048
TAD <sub>pic</sub> (mmHg)	11	97.7	8.9	92.7	4.1	92.5	5.9	.060	.311	.099	.155
TAM <sub>pic</sub> (mmHg)	11	132.7	8.6	126.0	4.2	126.8	7.0	.022	.750	.093	.181
<b>CÀRREGA DE TREBALL DE LLINDAR VENTILATORI</b>											
CT <sub>UV</sub> (CT)	11	97.3	31.3	140.9	30.2	133.6	32.0	.005	.411	.011	.741
VO <sub>2UV</sub> (ml/kg/min)	11	15.1	4.5	20.7	5.3	18.4	4.4	.004	.417	.083	.931
pVO <sub>2UV</sub> (% de VO <sub>2pic</sub> )	11	66.0	14.4	71.7	12.0	66.6	11.6	.424	.273	.790	.824
<b>ÍNDEXS</b>											
Pendent de VE-VCO <sub>2</sub> (prova completa)	11	26.9	3.4	26.6	3.5	27.7	3.8	.594	.317	.230	.068
PECO (prova completa)	11	2.2	0.4	2.6	0.4	2.4	0.4	.021	.364	.026	.815

Nota: PAD: pressió arterial diastòlica; FC: freqüència cardíaca; PAM: pressió arterial mitjana; PECO: pendent de l'eficiència del consum d'oxigen; pVO<sub>2</sub>: percentatge respecte a VO<sub>2pic</sub>; PAS: pressió arterial sistòlica; T0: Inici; T1: a les 16 setmanes d'intervenció; T2: seguiment a les 24 setmanes; VCO<sub>2</sub>: producció de diòxid de carboni; VEU: ventilació; VO<sub>2</sub>: consum d'oxigen; UV: llindar ventilatori; GP: generació de potència.

Les dades s'expressen com a mitjana (M) i desviació típica (DT).

P<sub>w</sub>: segons la prova de Wilcoxon; P<sub>kw</sub>: segons la prova de Kruskal-Wallis.

**Taula 3c**

Dades de la prova de capacitat cardiorespiratòria a l'inici (T0), després de la intervenció (T1) i en el seguiment al cap de 24 setmanes (T2) per al supòsit C (n = 6).

	T0			T1		T2		T0 vs. T1		T0 vs. T2	
	N	M	DT	M	DT	M	DT	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>	Efecte temporal P <sub>w</sub>	Efecte grupal P <sub>kw</sub>
<b>CÀRREGA DE TREBALL PIC</b>											
CT <sub>pic</sub> (CT)	6	103.3	30.11	146.7	23.38	156.7	32.7	.066	.519	.057	.454
VO <sub>2pic</sub> (ml/kg/min)	6	19.5	6.1	25.1	4.5	28.0	3.2	.046	.888	.028	.213
VE <sub>pic</sub> (l/min)	6	56.5	13.2	74.3	14.8	93.3	15.8	.075	.888	.028	.667
FC <sub>pic</sub> (l. p. m.)	6	139.5	33.22	158.5	22.42	170.2	17.20	.116	.651	.046	.807
FC <sub>pic</sub> (ml/b)	6	12.4	2.5	13.5	2.1	14.1	2.0	.116	.888	.046	.213
TAS <sub>pic</sub> (mmHg)	6	190.3	13.88	198.0	18.89	185.0	16.91	.078	.643	.500	.304
TAD <sub>pic</sub> (mmHg)	6	97.8	6.34	95.0	8.17	89.7	8.89	.496	.304	.042	.294
TAM <sub>pic</sub> (mmHg)	6	128.7	7.50	129.3	10.67	121.4	11.37	.917	.304	.093	.304
<b>CÀRREGA DE TREBALL DE LLINDAR VENTILATORI</b>											
CT <sub>UV</sub> (CT)	6	93.3	26.6	113.3	15.1	96.7	37.2	.276	.609	.916	.635
VO <sub>2UV</sub> (ml/kg/min)	6	13.9	3.9	17.7	4.6	16.1	4.6	.046	.304	.344	.529
pVO <sub>2UV</sub> (% de VO <sub>2pic</sub> )	6	72.5	11.9	70.3	13.1	57.4	14.2	.753	.304	.028	.213
<b>ÍNDEXS</b>											
Pendent de VE-VCO <sub>2</sub> (prova completa)	6	27.6	2.3	27.9	2.8	30.1	2.7	.600	.145	.028	.377
PECO (prova completa)	6	1.9	0.3	2.2	0.3	2.3	0.4	.173	.304	.028	.953

Nota: PAD: pressió arterial diastòlica; FC: freqüència cardíaca; PAM: pressió arterial mitjana; PECO: pendent de l'eficiència del consum d'oxigen; pVO<sub>2</sub>: percentatge respecte a VO<sub>2pic</sub>; PAS: pressió arterial sistòlica; T0: Inici; T1: a les 16 setmanes d'intervenció; T2: seguiment a les 24 setmanes; VCO<sub>2</sub>: producció de diòxid de carboni; VEU: ventilació; VO<sub>2</sub>: consum d'oxigen; UV: llindar ventilatori; GP: generació de potència.

Les dades s'expressen com a mitjana (M) i desviació típica (DT).

P<sub>w</sub>, segons la prova de Wilcoxon; P<sub>kw</sub>, segons la prova de Kruskal-Wallis.

**Dades independents de l'esforç**

Es van observar millores petites però significatives en CT<sub>PCR</sub>, VO<sub>2PCR</sub> i PECO al final de la intervenció sense efecte grupal. Aquests augments no persistien en el seguiment. Tot i així, considerant només els supòsits B i C; CT<sub>PCR</sub>, VO<sub>2PCR</sub> i PECO van mostrar augments grans i persistents. No es van apreciar diferències entre els grups d'estudi. No es va observar cap efecte temporal en el pendent de VE-VCO<sub>2</sub>.

**Discussió i conclusió**

El present estudi avalua l'eficàcia d'una intervenció de 16 setmanes d'un programa d'exercici d'entrenament intervàlic aeròbic (EIA) semisupervisat juntament amb assessorament sobre hàbits adequats sobre la capacitat cardiorespiratòria (CCR) quant a VO<sub>2pic</sub>, VO<sub>2PCR</sub>, pendent de VE-VCO<sub>2</sub> i PECO, en adults sedentaris amb factors de risc cardiometabòlic. La intervenció es va dur a terme en un entorn extraacadèmic i es

va comparar amb l'entrenament continu d'intensitat entre baixa i moderada més assessorament sobre hàbits adequats (ECT) i només amb assessorament sobre hàbits adequats (AHA).

L'EIA va ser ben acceptat pels participants, amb nivells bastant alts de compliment de les sessions d'exercici. Tots els grups de l'estudi van mostrar lleugers descensos comparables en PGSM i canvis positius en els hàbits que van persistir a mitjà termini.

Així mateix, tots els programes d'intervenció van induir canvis significatius en les variables de CCR. Encara que els efectes de la intervenció d'EIA sobre CCR i l'adaptació fisiològica a l'esforç no van diferir substancialment respecte a l'ECT o l'AHA, el nombre de participants que van augmentar el seu VO<sub>2pic</sub> va ser lleugerament superior. Els canvis en VO<sub>2pic</sub> diferien en funció de si l'adaptació fisiològica a les proves d'exercici màxim graduat era satisfactòria o no a l'inici de l'estudi. La intervenció va ser més eficaç en les persones amb una pitjor adaptació fisiològica a l'exercici graduat. Tots els

programes d'intervenció van causar augments significatius comparables no persistents en el  $VO_{2UV}$ , cap canvi en el pendent de  $VE-VCO_2$  i millores persistents en el PECO.

Diversos estudis recents han demostrat que l'EIAI és eficaç per produir millores entre lleus i moderades en  $VO_{2pic}/VO_{2màx}$  després de períodes d'entre 4 setmanes (12 sessions) i 16 setmanes (48 sessions) (Blackwell et al., 2017). Dues metaanàlisis anteriors van informar de més efectes de l'entrenament d'alta intensitat en comparació amb l'entrenament moderat-continu (Milanović et al., 2015; Pattyn et al., 2014).

Aquests estudis van ser majoritàriament supervisats i només van informar de les dades de les persones que van assolir l'exercici limitat pels símptomes en la prova de CCR. Van informar d'augments de  $VO_{2pic}$  que oscil·laven entre el 9 i el 27 % (Blackwell et al., 2017; Guio de Prada et al., 2019b). Aquestes xifres són més elevades que les nostres. Tanmateix, el present estudi difereix dels altres pel seu caràcter semisupervisat i per la freqüència setmanal descendent de les sessions supervisades. Així mateix, ja que la majoria d'estudis només inclouen persones que van completar almenys el 85 % de les sessions d'entrenament, no es pot descartar que aquestes xifres tan altes fossin degudes a l'exclusió de l'anàlisi de les persones que no van aconseguir resultats positius. Les nostres dades concorden amb Blackwell et al. (2017), que van observar una millora inferior del  $VO_{2pic}$  en el grup que va entrenar a casa ( $\approx 10\%$ ) que en el grup que va rebre entrenament d'exercici supervisat ( $\approx 20\%$ ).

Si bé la intensitat de l'exercici sembla que és un factor crític per millorar la CCR, el nivell inicial de CCR determina la intensitat individual de l'exercici necessària per generar augments amb significació clínica. Les persones amb baixa forma física ( $CCR < 10$  equivalent metabòlic [EM]) necessitaran una intensitat d'entrenament del 50 % de reserva de freqüència cardíaca (RFC) o de reserva de  $VO_2$  ( $VO_{2R}$ ), mentre que una persona amb bona forma física ( $CCR > 14$  EM) necessitarà una intensitat superior ( $> 85\%$  de RFC o  $VO_{2R}$ ) (Ross et al., 2016). Això podria explicar per què els participants que a l'inici van assolir els criteris d'esforç màxim no van millorar el seu  $VO_{2pic}$ . En aquests participants, és possible que la càrrega total d'entrenament hagi estat massa baixa per generar grans canvis en la  $VO_{2pic}$  en els grups d'estudi. No obstant això, el fet que el nombre de participants en EIA que van millorar el seu  $VO_{2pic}$  fos més gran que en ECT i AHA sembla que dona suport a la hipòtesi que fins i tot un EIA semisupervisat pot ser més eficaç que ECT i AHA.

En canvi, en el cas dels participants que presentaven una mala adaptació a l'esforç graduat a l'inici de l'estudi, és possible que la càrrega d'entrenament o fins i tot el canvi en l'estil de vida fossin suficients per generar una millor resposta a l'esforç. Així, en aquest cas, es van registrar grans millores en el  $VO_{2pic}$  en tots els grups de l'estudi. Això concorda amb les troballes de la metaanàlisi de Milanović (Milanović et al.,

2015) que van revelar una probable millora moderadament superior en el  $VO_{2màx}$  per als participants amb una CCR inicial més baixa (tant per a l'entrenament d'alta intensitat com per al de resistència).

Una forma física cardiorespiratòria baixa ( $VO_{2pic}$ ) és un fort factor de predicció independent de mortalitat prematura (Lee et al., 2010) que s'ha relacionat amb un risc més gran de síndrome metabòlica (Lee, 2020), per la qual cosa fins i tot petites millores de la CCR poden tenir efectes positius sobre la salut.

La majoria de les activitats de la vida diària no requereix un esforç màxim; per això, s'ha proposat que els indicadors de la capacitat d'exercici submàxima podrien ser interessants des del punt de vista de la salut (Balady et al., 2010). Els llinars ventilatoris (UV i PCR) són índexs de la capacitat d'exercici submàxima d'ús freqüent. En el camp de l'exercici i la salut, diversos estudis informen d'augments de la càrrega de treball i del  $VO_2$  assolit en el primer llinar ventilatori (UV) en persones sedentàries (Blackwell et al., 2017) o en pacients amb síndrome metabòlica (Guio de Prada et al., 2019a) o amb ICC (Kemps et al., 2010). Que sapiguem, pocs estudis han analitzat els efectes de l'entrenament sobre el segon llinar ventilatori (PCR). Guio de Prada et al. (2019b) van informar d'un augment del UV i del PCR després d'EIAI en 76 persones sedentàries amb obesitat. Els nostres resultats confirmen que el PCR també és sensible als efectes de l'entrenament semisupervisat, però els canvis no són persistents.

El pendent de  $VE-VCO_2$  reflecteix la ventilació per a una determinada producció de  $VCO_2$  (Akkerman et al., 2010) i s'ha considerat un indicador de la CCR i un factor de predicció de la mortalitat en pacients amb insuficiència cardíaca crònica (ICC). En el present estudi, cap dels tres programes d'intervenció no va influir en el pendent de  $VE-VCO_2$ . Les nostres dades concorden amb altres estudis que no han observat canvis en el pendent de  $VE-VCO_2$  després de l'entrenament amb exercici en pacients amb malalties cardiovasculars (Kemps et al., 2010; Nilsson et al., 2019; Pattyn et al., 2014), però contrasten amb d'altres que van informar de disminucions del pendent de  $VE-VCO_2$  en persones amb valors elevats ( $> 35$ ) a l'inici (Van Laethem et al., 2007). Així doncs, els possibles canvis generats per l'entrenament podrien ser més limitats en els participants amb valors de pendent dins de l'interval normal de 20-30. Tot i així, Anaya (Anaya et al., 2009) ha informat d'una tendència significativa dependent de la dosi per als canvis del pendent de  $VE-VCO_2$  en dones postmenopàusiques.

En el present estudi, l'absència de canvis en el pendent de  $VE-VCO_2$  es podria atribuir a una càrrega d'entrenament massa baixa com per generar canvis en el pendent de  $VE-VCO_2$  o, com a alternativa, es podria deure al fet que el pendent de  $VE-VCO_2$  no és prou sensible als efectes de l'entrenament amb exercici en persones sedentàries amb valors de pendent inferiors a 30.

El PECO es considera una mesura integrada que reflecteix la coordinació dels sistemes pulmonar i cardiovascular i l'extracció d'O<sub>2</sub> durant l'exercici (Balady et al., 2010). Les nostres dades mostren que tots els programes d'intervenció van generar millores significatives comparables en el PECO. Sembla que el PECO pot ser més sensible al canvi que el pendent de VE-VCO<sub>2</sub>. Les dades són coherents amb altres estudis que han informat de millores similars en el PECO després d'intervencions d'entrenament amb exercici en pacients amb malalties cardiometabòliques (Kemps et al., 2010; Nilsson et al., 2019). Tanmateix, en un altre estudi (Mourot et al., 2004), en el qual les participants eren dones joves sanes i físicament actives, 18 sessions d'entrenament de resistència intermitent no van tenir efectes sobre el PECO ni sobre el pendent de VE-VCO<sub>2</sub>, malgrat que hi va haver augmentos significatius del VO<sub>2pic</sub> i del VO<sub>2UV</sub>.

La naturalesa semisupervisada de l'entrenament es podria considerar una limitació. En aquest estudi, els participants van estar estretament supervisats per un professional de l'activitat física al principi del programa, però amb el temps havien de ser més autònoms. Això pot explicar la falta de més efectes dels programes d'entrenament amb exercici sobre la capacitat cardiorespiratòria (VO<sub>2pic</sub>, VO<sub>2PCR</sub>, pendent de VE-VCO<sub>2</sub> i PECO) en comparació amb el grup d'AHA o altres estudis. Som conscients que no vam fer un seguiment adequat dels participants durant les sessions individuals sense supervisió. L'incompliment de la càrrega d'entrenament prevista podria donar lloc a estímuls d'entrenament inferiors i, per tant, a adaptacions inferiors. Per a futurs treballs de recerca, recomanem augmentar el nombre de sessions de formació supervisades i reforçar el seguiment de les sessions individuals sense supervisió amb estratègies com ara plataformes de comunicació electròniques.

Un dels principals punts forts d'aquest estudi va ser que la intervenció de 16 setmanes va combinar el programa d'entrenament d'exercici semisupervisat amb l'assessorament sobre hàbits adequats per promoure un canvi de comportament. Aquest estudi és únic ja que, a diferència d'altres estudis d'EIA, no només té en compte l'exercici físic, sinó que també el vincula a estratègies que promouen el canvi de comportament i la capacitat, i avalua la persistència a mitjà termini dels efectes. La majoria de les intervencions d'EIA s'han fet en un entorn experimental molt controlat durant un període de temps limitat i només informen dels seus efectes immediats. En el present estudi, diversos canvis beneficiosos (CCR i hàbits), en particular en les persones amb un nivell inferior de forma física (VO<sub>2pic</sub>, PECO), van persistir en el seguiment al cap de 24 setmanes.

En conclusió, l'estudi demostra que una intervenció de 16 setmanes d'EIA semisupervisat juntament amb assessorament sobre hàbits adequats (1) podria ser una estratègia susceptible de traduir-se en el programa d'exercici en el món real dirigit a persones sedentàries amb factors de risc cardiometabòlic;

i (2) va tenir la mateixa eficàcia que els programes d'ECT o AHA en l'augment del VO<sub>2pic</sub> en persones amb baixa forma física, encara que el nombre de persones que van aconseguir resultats positius va ser més gran en el grup d'estudi d'EIA que en els d'ECT o AHA; i (3) va ser tan eficaç com ECT o AHA en la millora de les variables independents de l'esforç com el VO<sub>2PCR</sub>, i el PECO. Tot i així, (4) cap dels tres programes d'intervenció no va afectar el pendent de VE-VCO<sub>2</sub>.

## Referències

- Akkerman, M., Van Brussel, M., Hulzebos, E., Vanhees, L., Helders, P. J. M., & Takken, T. (2010). The Oxygen Uptake Efficiency Slope. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 30(6), 357-373. <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3181ebf316>
- Anaya, S. A., Church, T. S., Blair, S. N., Myers, J. N., & Earnest, C. P. (2009). Exercise dose-response of the  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$  slope in postmenopausal women in the DREW study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5), 971-976. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181930009>
- Arena, R., Myers, J., Aslam, S. S., Varughese, E. B., & Peberdy, M. A. (2003). Technical considerations related to the minute ventilation/carbon dioxide output slope in patients with heart failure. *Chest*, 124(2), 720-727. <https://doi.org/10.1378/chest.124.2.720>
- Baba, R., Nagashima, M., Goto, M., Nagano, Y., Yokota, M., Tauchi, N., & Nishibata, K. (1996). Oxygen uptake efficiency slope: A new index of cardiorespiratory functional reserve derived from the relation between oxygen uptake and minute ventilation during incremental exercise. *Journal of the American College of Cardiology*, 28(6), 1567-1572. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(96\)00412-3](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(96)00412-3)
- Balady, G. J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G. F., Forman, D., Franklin, B., Guazzi, M., Gulati, M., Keteyian, S. J., Lavie, C. J., Macko, R., & Mancini, D. (2010). *Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults A Scientific Statement From the American Heart Association*. 191-225. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181e52e69>
- Basiotis, P., Carlson, A., Gerrior, S., Juan, W., & Lino, M. (2002). The Healthy Eating Index 1999-2000. *Washington, DC: US Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion*. <https://www.usda.gov>
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*, 60(6), 2020-2027. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.2020>
- Blackwell, J., Atherton, P. J., Smith, K., Doleman, B., Williams, J. P., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2017). The efficacy of unsupervised home-based exercise regimens in comparison to supervised laboratory-based exercise training upon cardio-respiratory health facets. *Physiological Reports*, 5(17). <https://doi.org/10.14814/phy2.13390>
- Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 57-69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x>
- Cook, R. J., Dickens, B. M., & Fathalla, M. F. (2003). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. In *Reproductive Health and Human Rights* (Vol. 81, Issue 3, pp. 428-432). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199241323.003.0025>
- Ensenyat, A., Espigares-Tribo, G., Machado-Da-Silva, L., Sinfreu-Bergués, X., & Blanco, A. (2020). Semisupervised physical exercise and lifestyle counseling in cardiometabolic risk management in sedentary adults: Controlled randomized trial (BELLUGAT). *Journal of Physical Activity and Health*, 17(7), 744-755. <https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0409>
- Ensenyat, A., Espigares-Tribo, G., Machado, L., Verdejo, F. J., Rodríguez-Arregui, R., Serrano, J., Miret, M., Galindo, G., Blanco, A., Marsal, J.-R., Sarriegui, S., Sinfreu-Bergués, X., & Serra-Paya, N. (2017). Metabolic risk management, physical exercise and lifestyle counselling in low-active adults: controlled randomized trial (BELLUGAT). *BMC Public Health*, 17(1), 257. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4144-8>

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Gami, A. S., Witt, B. J., Howard, D. E., Erwin, P. J., Gami, L. A., Somers, V. K., & Montori, V. M. (2007). Metabolic Syndrome and Risk of Incident Cardiovascular Events and Death. A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(4), 403-414. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.09.032>
- Guio de Prada, V., Ortega, J. F., Morales-Palomo, F., Ramirez-Jimenez, M., Moreno-Cabañas, A., & Mora-Rodriguez, R. (2019a). Women with metabolic syndrome show similar health benefits from high-intensity interval training than men. *PLoS One*, 14(12), e0225893. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225893>
- Guio de Prada, V., Ortega, J. F., Ramirez-Jimenez, M., Morales-Palomo, F., Pallares, J. G., & Mora-Rodriguez, R. (2019b). Training intensity relative to ventilatory thresholds determines cardiorespiratory fitness improvements in sedentary adults with obesity. *European Journal of Sport Science*, 19(4), 549-556. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1540659>
- Kemps, H. M. C., De Vries, W. R., Schmikli, S. L., Zonderland, M. L., Hoogeveen, A. R., Thijssen, E. J. M., & Schep, G. (2010). Assessment of the effects of physical training in patients with chronic heart failure: The utility of effort-independent exercise variables. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 469-476. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1230-3>
- Knaeps, S., Bourgois, J. G., Charlier, R., Mertens, E., Lefevre, J., & Wijndaele, K. (2018). Ten-year change in sedentary behaviour, moderate-to-vigorous physical activity, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk: independent associations and mediation analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(16), 1063-1068. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096083>
- Lee, D., Artero, E. G., Xuemei Sui, & Blair, S. N. (2010). Review: Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*, 24(4\_suppl), 27-35. <https://doi.org/10.1177/1359786810382057>
- Lee, J. (2020). Influences of Cardiovascular Fitness and Body Fatness on the Risk of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Health Promotion*, 34(7), 796-805. <https://doi.org/10.1177/0890117120925347>
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>
- Mourot, L., Perrey, S., Tordi, N., & Rouillon, J. D. (2004). Evaluation of Fitness Level by the Oxygen Uptake Efficiency Slope After a Short-Term Intermittent Endurance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 85-91. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819943>
- Myers, J., McAuley, P., Lavie, C. J., Despres, J.-P., Arena, R., & Kokkinos, P. (2015). Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness as Major Markers of Cardiovascular Risk: Their Independent and Interwoven Importance to Health Status. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011>
- Nilsson, H., Nylander, E., Borg, S., Tamás, É., & Hedman, K. (2019). Cardiopulmonary exercise testing for evaluation of a randomized exercise training intervention following aortic valve replacement. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 39(1), 103-110. <https://doi.org/10.1111/cpf.12545>
- Pattyn, N., Coeckelberghs, E., Buys, R., Cornelissen, V. A., & Vanhees, L. (2014). Aerobic Interval Training vs. Moderate Continuous Training in Coronary Artery Disease Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(5), 687-700. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0158-x>
- Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R. T., & Vanhees, L. (2013). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 43(2), 121-133. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>
- Pedersen, B. K., & 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, 1-72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 134(24). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>
- Schulz, Altman, D. G., & Moher, D. (2011). CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *International Journal of Surgery*, 9(8), 672-677. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2011.09.004>
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Al-Share, Q. Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., Najjar, S. M., & Wisløff, U. (2008). Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome. *Circulation*, 118(4), 346-354. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822>
- Tjønnå, A. E., Ramos, J. S., Pressler, A., Halle, M., Jungbluth, K., Ermacor, E., Salvesen, Ø., Rodrigues, J., Bueno, C. R., Munk, P. S., Coombes, J., & Wisløff, U. (2018). EX-MET study: exercise in prevention on of metabolic syndrome – a randomized multicenter trial: rationale and design. *BMC Public Health*, 18(1), 437. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5343-7>
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 181-188. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815a51b3>
- Van Laethem, C., Van De Veire, N., De Backer, G., Bihija, S., Seghers, T., Cambier, D., Vanderheyden, M., & De Sutter, J. (2007). Response of the oxygen uptake efficiency slope to exercise training in patients with chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure*, 9(6-7), 625-629. <https://doi.org/10.1016/j.ejheart.2007.01.007>
- WHO. (2018). Healthy-lifestyle counselling. In *HEARTS Technical package for cardiovascular disease management in primary health care*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260422/WHO-NMH-NVI-18.1-eng.pdf?sequence=1>
- Wiley, J. F., & Carrington, M. J. (2016). A metabolic syndrome severity score: A tool to quantify cardio-metabolic risk factors. *Preventive Medicine*, 88, 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.04.006>
- Wisløff, U., Stølen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., Tjønnå, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Videm, V., Bye, A., Smith, G. L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø., & Skjærpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086-3094. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>
- World Health Organization. (2011). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation: Ginebra, 8-11, 2011*. 1, 8-11. [www.who.int](http://www.who.int)

**Conflicte d'interessos:** les autoritats no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

## Glossari

- AFMV:** activitat física entre moderada i intensa
- CCR:** capacitat cardiorespiratòria
- ECT:** entrenament continu tradicional
- EIA:** entrenament intervàl·lic aeròbic
- EIAI:** entrenament intervàl·lic d'alta intensitat
- EM:** equivalent metabòlic
- FC:** freqüència cardíaca
- IAS:** índex d'alimentació saludable
- MV:** magnitud vectorial
- PAD:** pressió arterial diastòlica
- PAM:** pressió arterial mitjana
- PAS:** pressió arterial sistòlica
- PCR:** punt de compensació respiratòria
- PECO:** pendent de l'eficiència del consum d'oxigen
- PECP:** prova d'esforç cardiopulmonar
- Pendent de VE-VCO<sub>2</sub>:** índex d'eficiència ventilatòria
- P<sub>ET</sub> CO<sub>2</sub>:** pressió parcial de CO<sub>2</sub>
- PGSM:** puntuació de gravetat de la síndrome metabòlica
- RMM:** recomptes mitjans per minut
- S:** sedentarisme
- SM:** síndrome metabòlica
- TIR:** taxa d'intercanvi respiratori
- VCO<sub>2</sub>:** producció de diòxid de carboni
- VE:** ventilació
- VE-VCO<sub>2</sub>:** equivalent ventilatori de CO<sub>2</sub>
- VE-VO<sub>2</sub>:** equivalent ventilatori del consum d'oxigen
- VO<sub>2</sub>:** consum d'oxigen
- VO<sub>2PCR</sub>:** consum d'oxigen en el punt de compensació respiratòria
- VO<sub>2pic</sub>:** consum d'oxigen pic