

Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en estudiantes de entre 12 y 19 años de Cádiz (España): desarrollo de una calculadora para estimar el esfuerzo y salud cardiovascular

Cardiorespiratory fitness assessment in students between 12 and 19 years old from Cádiz (Spain): development of a calculator for estimating the effort and cardiovascular health

Javier Lamonedá¹, Francisco Javier Huertas-Delgado², Cristina Cadenas-Sánchez^{3,4}

1 PA-Help Grupo de Investigación "Actividad Física para la Promoción de la Salud", Junta de Andalucía, Jerez, España.

2 PA-Help Grupo de Investigación "Actividad Física para la Promoción de la Salud", Centro de Magisterio La Inmaculada, Universidad de Granada, España.

3 Grupo de Investigación MOVE-IT, Departamento de Educación Física, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz, España.

4 Instituto de Innovación y Desarrollo Sostenible en la Cadena Alimentaria (IS-FOOD), Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.

CORRESPONDENCIA:

Francisco Javier Huertas Delgado

fjhuertas@ugr.es

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Lamonedá, J., Huertas-Delgado, F.J., & Cadenas-Sánchez, C. (2020). Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en estudiantes de entre 12 y 19 años de Cádiz (España): desarrollo de una calculadora para estimar el esfuerzo y salud cardiovascular. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(46), 541-549.

Recepción: febrero 2020 • Aceptación: julio 2020

Resumen

La evaluación de la condición física tradicionalmente ha estado vinculada al paradigma de rendimiento, que ha orientado la calificación hacia la eficacia del estudiante. El presente estudio tiene como objeto analizar la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de Cádiz (España). Además, este trabajo aporta una calculadora de rendimiento y esfuerzo para guiar la evaluación formativa de la capacidad cardiorrespiratoria y aportar orientaciones metodológicas para su aplicación en el ámbito escolar. Participaron 323 estudiantes de entre 12 y 19 años ($M_{\text{edad}}=14.68; \pm 1.75$), 168 chicos (52%) y 155 chicas (48%). Se valoró la capacidad cardiorrespiratoria a través del test de 20 metros de ida y vuelta al que se le incorporó pistas de audio. Los participantes fueron monitorizados con un pulsómetro (ONrhythm 500) y respondieron a una escala de percepción de esfuerzo (Borg, escala 1-10). Los valores medios para las variables analizadas fueron: último estadio completado, 5.92 (± 2.47); frecuencia cardíaca (FC) máxima, 198.02 (± 0.71); diferencia entre la FC máxima teórica y real, -0.33 (± 11.05); percepción de esfuerzo, 7.87 (± 2.03). A partir de los resultados obtenidos se elaboró una calculadora para estimar el esfuerzo y orientar el análisis del rendimiento. Se espera que sea una herramienta útil para los profesores de Educación Física e investigadores para calcular el nivel de condición cardiorrespiratoria, estimar el esfuerzo y analizar el nivel de riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.

Palabras clave: condición física, salud, instrumentos de evaluación, Educación Física escolar.

Abstract

Physical fitness assessment has traditionally been linked to a performance paradigm, which has oriented the grades towards student effectiveness. The present study aims to analyze the cardiorespiratory capacity in adolescents from Cadiz (Spain). In addition this work provides a performance and effort tool to guide formative and shared assessment of cardiorespiratory fitness and to provide methodological guidance for its application in the school setting. Students. A total of 323 students between 12 and 19 years (mean age 14.68; ± 1.75), 168 boys (52%) and 155 girls (48%). Cardiorespiratory capacity was assessed by an adaptation of the original 20-meter shuttle run test, which consisted on including music. Participants were monitored with a heart rate monitor (ONrhythm 500) and registered the Borg rating of perceived exertion scale (1-10). Mean values for the variables analyzed were: last completed stage, 5.92 (± 2.47); maximum heart rate, 198.02 (± 0.71); difference between theoretical and real maximum HR, -0.33 (± 11.05); perception of effort, 7.87 (± 2.03). Based on the results obtained, a calculator was developed to estimate effort and provide guidance in performance analysis. It is elaborated to be a useful tool for Physical Education teachers and researchers to assess cardiorespiratory fitness, estimate the effort and to analyze the risk of future cardiovascular disease.

Key words: physical fitness, health, assessment tools, school physical education.

Introducción

La evaluación de la condición física (CF) tiene por objeto aportar información sobre el estado físico del sujeto, valorar los efectos de la práctica de actividad física (AF) realizada y tomar decisiones fundadas sobre el programa de AF más adecuado (González & Ramírez, 2017).

Desde el punto de vista de la salud pública es de gran importancia el monitoreo de los niveles de CF relacionados con la salud en el ámbito escolar (Secchi, García & Arcuri, 2016a), entre otras causas debido a los bajos niveles de práctica de AF demostrados en numerosos estudios. A nivel europeo, el informe EURYDICE (Comisión Europea, 2013) estimó que hasta un 80% de los estudiantes en edad escolar únicamente realizaba AF en el colegio. En el caso de España, más del 70% de los adolescentes españoles no seguía las recomendaciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el tiempo estimado como saludable de práctica de AF (Cuervo, Cachón, González & Zagalaz, 2017; Ramos, Jiménez-Iglesias, Rivera & Moreno, 2016).

A pesar de la preocupación por controlar el estado de salud del adolescente en el ámbito educativo, la aplicación de tests de campo ha sido y sigue siendo a día de hoy un tema que genera amplia discusión por varios motivos (Secchi et al., 2016b): (1) si realmente es conveniente realizar este tipo de mediciones en el ámbito educativo; (2) qué pruebas y baterías elegir; (3) qué criterios o estándares de salud utilizar como referencia para interpretar los resultados.

Primero, sobre la conveniencia de realizar mediciones de la CF, existen dos paradigmas opuestos en la evaluación de la Educación Física (EF) (Tinning, 1996): *el discurso del rendimiento*, cuyo objetivo es realizar una medición de la eficacia del rendimiento físico del estudiante a través de tests; y *el discurso de la participación*, que se opone al anterior y pretende un desarrollo integral del estudiante, propiciar experiencias positivas y generar autonomía.

Tradicionalmente el modelo imperante ha sido el discurso del rendimiento, en el que se utilizaba el resultado del test como único criterio para dictar una calificación. Sin embargo, como argumentó López-Pastor (2004), este modelo carece de cualquier valor formativo y su aplicación al ámbito educativo resulta inadecuada por obviar elementos clave del proceso educativo como la interacción social entre seres humanos. La evaluación del aprendizaje del alumnado es, sin lugar a dudas, el elemento curricular que más influye en cómo el alumnado orienta sus procesos de aprendizaje y su trabajo (López-Pastor, Sonllewa &

Martínez, 2019). Sin embargo, en la actualidad se detecta una necesidad de realizar aportaciones pedagógicas en el tratamiento de la CF hacia una orientación competencial (Blázquez et al., 2017), comprensiva, formativa, educativa y compartida con el estudiante (López-Pastor & Pérez-Pueyo, 2017).

Segundo, en relación con los instrumentos o baterías para valorar la CF en el ámbito escolar, han sido utilizadas la “EUROFIT”, “FITNESSGRAM” y “ALPHA-Fitness” (Artero, España-Romero, Castro-Piñero, Ortega, Suni, Castillo-Garzón & Ruiz, 2011; Castro-Piñero, Artero, España, Ortega, Sjostrom & Suni, 2010; Ruiz, Castro-Piñero, Artero et al., 2009; Ruiz et al., 2011). Entre todos estos instrumentos es importante destacar la batería ALPHA por su gran repercusión científica y educativa a nivel europeo. Particularmente, se ha observado que la batería ALPHA es factible para realizarse en niños y adolescentes, fiable y con una buena capacidad predictiva sobre parámetros de salud cardiometabólica.

Entre las pruebas de la batería ALPHA en este estudio se recurre al test de 20 m de ida y vuelta (Léger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988) por dos razones: primero, por la conveniencia de analizar la capacidad cardiorrespiratoria, al haber sido demostrado científicamente como el predictor más relevante de morbilidad y mortalidad por enfermedad cardiovascular (Rosa-Guillamón, 2018); y en segundo lugar, por ser la prueba más utilizada por los diferentes estudios para evaluar la capacidad aeróbica, pues su objetividad, fiabilidad y validez ha sido demostrada en personas jóvenes (González & Ramírez, 2017).

Tercero, la interpretación de test de CF en numerosas ocasiones se reduce a apreciaciones subjetivas. En este sentido resulta interesante aportar datos tanto a las familias como a los estudiantes sobre su estado de salud, a fin de que puedan tomar conciencia sobre los aspectos que deben mejorar (Secchi et al., 2016).

Por otra parte, en la emisión de un juicio de valor sobre el resultado en un test máximo como el de 20 metros de ida y vuelta es interesante además de conocer “datos cuantitativos” (e.g. minutos de trabajo) conocer otros elementos cualitativos (e.g. qué siente el participante durante la prueba). En este sentido, existe un interés por transformar en una situación pedagógica de evaluación las actitudes del estudiante en pruebas de esfuerzo, para lo que se ha empleado el método de Gunnar Börg, denominado *Sensación del esfuerzo percibido* (Stahringer, Salas & Palero, 2018).

En la actualidad se detecta una necesidad de aportar estudios para la medición de la CF desde una orientación integral, comprensiva y participativa. Para ello, precisamos de instrumentos que aporten información

Tabla 1. Características de la muestra del estudio.

	min	max	Todos n = 323	Masculino n = 168	Femenino n = 155
Edad (años)	12.35	19.29	14.68 (1.75)	14.67 (1.72)	14.69 (1.77)
Peso(kg)	33.90	105	59.32 (13.77)	61.76 (15.31)	56.52 (11.17)
Talla (cm)	146	195	136.44 (61.98)	136.72 (65.40)	136.11 (58.11)
Índice de masa corporal (kg/m ²)	12.8	36.2	21.94 (4.15)	21.87 (4.42)	22.01 (3.85)

Los datos mostrados son: rango (mínimo y máximo), media y desviación típica.

sobre el estado de salud del estudiante o aspectos actitudinales. Por todo lo anteriormente expuesto, el objetivo de este estudio es analizar la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de Cádiz (España). Además, este trabajo aporta una calculadora de rendimiento y esfuerzo para guiar la evaluación formativa de la capacidad cardiorrespiratoria y aportar orientaciones metodológicas para su aplicación en el ámbito escolar.

Método

Participantes

Un total de 323 estudiantes de entre 12 y 19 años ($M_{\text{edad}}=14.68; \pm 1.75$), 168 chicos (52%) y 155 chicas (48%) de dos centros públicos ubicados en Cádiz (sur de España). Se seleccionó una muestra por conveniencia entre mayo y junio de 2018 y 2019, de los cuales el 60% estaban matriculados en 1º o 2º de ESO y el 40% en 3º, 4º de ESO o Bachillerato.

En relación con la práctica de AF, la mayoría realizaba deportes colectivos (43.4%), sin embargo, se apreciaron diferencias en función del sexo: masculino, deportes colectivos (64.96%) y femenino, rítmicos y artísticos (40%) e individuales (29.47%). El 73.7% no estaba federado.

Respecto al nivel socio-económico de la muestra: el estado civil de los progenitores era mayoritariamente casado (78.06%); el nivel máximo de estudios de los padres mostraba una distribución variada: titulados en Formación Profesional (Padres=27.86%; Madres=32.39%), titulados en Secundaria (Padres=26.43%; Madres=21.83%) o con títulos universitarios (Padres=20%; Madres=20.42%). En relación a la ocupación profesional, los padres se dedicaban principalmente a trabajos de servicio de restauración, personales, protección y vendedores de comercio (23.88%); de industrias, manufactura, construcción (21.64%), mientras que las madres trabajaban principalmente en el hogar (28.47%) y dedicadas a trabajos cualificados del sector servicio (16.79%).

Procedimiento

Este estudio forma parte del proyecto de investigación educativa de la Junta de Andalucía: "Adaptación de instrumentos de evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria para la mejora de la motivación, percepción de esfuerzo y rendimiento físico en adolescentes" (PIV-009/18). Realizaron la evaluación dos profesionales cualificados con experiencia en investigación educativa. Previo a su desarrollo fue aprobado por el consejo escolar de los centros. Todos los padres o tutores legales de los estudiantes firmaron un consentimiento informado en el que se les explicaba los objetivos y pruebas del estudio.

En cada sesión se realizaron dos tomas de datos de un máximo de 12 participantes. El estudiante que realizaba la prueba estuvo monitorizado por un pulsómetro.

Preparación de espacios y materiales: se señalaron con conos las distancias de 0 a 20 m. Todos los estudiantes utilizaron pulsómetro y una hoja de datos. Los materiales se situaron exactamente en el lugar donde iniciarían la prueba: encima de un banco sueco justo detrás de la línea de salida. La hoja de datos incluía: el nombre del participante, la hora de ejecución del test y el registro de datos del test (n° de vueltas y frecuencia cardíaca media y final). Por su parte, cada pulsómetro se señaló con un código que a su vez estaba recogido en la hoja de registro de datos. Todo el material estaba organizado antes de cada sesión.

Protocolo de inicio de prueba: los estudiantes fueron nombrados por el profesor para que se sentasen junto al pulsómetro y hoja de datos que se le había asignado. Posteriormente, se les explicó cómo situar la cinta de pecho, para lo cual debían desplazarse a los cuartos de baño. La cinta debía estar humedecida, bien fijada al torso, situada en la parte central de la apófisis estiloides del esternón y los electrodos en contacto con la piel debajo de la zona pectoral. En este proceso recibieron apoyo de un compañero de clase del mismo sexo.

Una vez colocados los pulsómetros, los alumnos/as se situaban delante del profesor en círculo para que le activase uno a uno cada pulsómetro. Posteriormente

los participantes realizaron un breve calentamiento que incluía movilidad articular y carrera continua de aproximadamente 200 metros. Durante el mismo se revisó que el funcionamiento del reloj fuese correcto.

Antes de iniciar la prueba todos los estudiantes se situaron en línea, en un extremo del campo. En este momento el profesor explicó a cada alumno/a el botón que debían pulsar para iniciar el test. Para cerciorarse de que la operación se realizase correctamente el profesor se mantuvo junto a los estudiantes en la línea de salida, señalaba el inicio junto a la voz sonora del test e iniciaba la prueba con estos.

Final de prueba: al concluir el test el profesor se acercaba a cada alumno/a para parar el pulsómetro justo en el momento de concluir el test y ajustar la función de grabación de datos. Al mismo tiempo, el participante reportaba la percepción de esfuerzo percibido en el último estadio en un nivel de 1 a 10 (siendo 1 nada cansado y 10 extremadamente cansado) Tras el registro de datos individual cada alumno/a que había finalizado el test era acompañado por otro estudiante para asearse e hidratarse. Los acompañantes informaron al investigador principal del estado de salud de cada participante. Una vez que completaron el test todos alumnos/as del grupo realizaron estiramientos guiados por el investigador principal. Al terminar cada jornada todas las cintas se lavaron y secaron para mantenerlas higiénicas.

Adaptaciones al test de 20 metros de ida y vuelta original. El test siguió estrictamente el protocolo de implementación del test original en el que el participante completa un recorrido de ida y vuelta entre dos líneas con una distancia de separación entre ambas de 20 metros. La velocidad es impuesta por una señal sonora iniciándose en 8,5 km/h e incrementándose cada minuto a razón de 0,5 km/h. original (Léger et al., 1988). La única adaptación realizada al test original fue añadir pistas de audio (música tipo comercial de libre uso) en el archivo original. Se empleó una canción diferente cada minuto. Para fusionar las pistas se utilizó el software *Sound Forge Pro 10*, al haber sido demostrado en numerosos estudios los efectos de la música en la modificación de la sensación de fatiga durante la práctica de AF y el aumento del rendimiento en determinadas condiciones (Leman et al., 2013; Lopes, Lima, Bertuzzi & Silva-Calvacante, 2015).

El volumen máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) fue calculado según la fórmula establecida por Leger et al. (1988), basada en la máxima velocidad y edad.

Por otra parte, se consideró umbral de salud cardiovascular cuando los valores de $VO_2\text{max}$ eran inferiores a 42 mL/kg/min para toda la adolescencia en el caso de los varones, mientras que para las mujeres era de 35 mL/kg/min (Ruiz, Cavero-Redondo, Ortega, Welk, Andersen & Martínez-Vizcaino, 2016).

Orientación educativa vs competición o calificación. Tradicionalmente los test de CF han sido utilizados para calificar a los estudiantes (López-Pastor, 2004) y como consecuencia de ello, al desarrollo de la motivación extrínseca (competir contra otros, no ser eliminado, superar a los demás). Con el interés de orientar la aplicación del test hacia una vertiente formativa se tomaron las siguientes medidas: (1) previo a la implementación del test se dio a conocer la relevancia científica del test para el diagnóstico del $VO_2\text{max}$ y las repercusiones de diferentes niveles de CF en la salud personal; (2) se orientó a los participantes hacia el desarrollo de la motivación intrínseca (participar por pura diversión, por superarse a uno mismo); (3) se creó un clima de trabajo distendido, lúdico, a través del uso de la música.

Explicación de las normas del test. El desarrollo del test siguió las pautas establecidas en la versión original: no adelantarse ni retrasarse a la señal sonora, tocar las líneas y abandonar la prueba cuando no se llegue por segunda vez consecutiva a una de las líneas. Para ello, el investigador principal realizó al menos los primeros minutos del test junto a los participantes.

Interpretación educativa de la eliminación. Entre las normas del test original aparece el abandono de la prueba cuando el participante no consiga tocar durante dos veces consecutivas una de las líneas laterales del campo de 20 m. Para determinados estudiantes el hecho de no lograr mantenerse al ritmo de sus compañeros podía suponer una sensación de frustración. Por ello, nos detuvimos en mostrar el concepto de "límite personal" frente a la "competición contra otros".

Recomendaciones previas a la realización del test. Se orientó a los participantes sobre la práctica de AF (reducir la intensidad días anteriores al test), alimentación (incrementar la ingesta de carbohidratos días previos y aportar bebidas isotónicas el día de la prueba) e indumentaria (camisa transpirable, pantalón corto, etc.).

Reducir los riesgos. Todos los participantes que finalizaron la prueba máxima estaban sanos según el consentimiento informado de la familia.

Instrumentos

Monitorización de la FC durante el test. Mediante pulsómetro ONrhythm 500, con registro de FC en el pecho a través de cinta.

Análisis estadístico

En primer lugar, al analizar los resultados del test de 20 m con audio se realiza un análisis descriptivo

Tabla 2. Resultados en el test de 20 m adaptado a estudiantes de ESO-Bachillerato.

	N	Rango	Min	Max	M	SD
Test de 20 m ida y vuelta (min)	299	10.50	1	11.50	5.92	2.47
VO2max (ml/kg/min)	299	32.72	27.7	60.42	43.52	7.26
FCmax (ppm)	249	75	161	236	198.02	0.71
Dif-FCmax teórica y real (ppm)	249	71.77	-36.95	34,82	-0.33	11.05
Escala Borg (1-10 puntos)	235	9	1	10	7.87	2.03

M=media. SD= desviación típica. VO2max= volumen máximo de oxígeno. Ppm= pulsaciones por minuto.

CALCULADORA DEL ESFUERZO REALIZADO E INTERPRETACIÓN DEL RENDIMIENTO OBTENIDO

Test de 20 metros de ida y vuelta con audio
Para estudiantes de Secundaria y Bachillerato

Esta herramienta ha sido confeccionada para facilitar la interpretación de los resultados del test de 20 metros con audio. Permite estimar el esfuerzo realizado por el estudiante e interpretar los resultados obtenidos en base a percentiles y recomendaciones internacionales de salud.

Instrucciones:
Debes rellenar las casillas en color "blanco" para poder visualizar el esfuerzo estimado y rendimiento obtenido por cada participante en el test.
Los percentiles han sido elaborados en base a un estudio realizado con 505 estudiantes de ESO-Bachillerato pertenecientes a centros públicos en la comunidad autónoma andaluza durante los años 2018 y 2019.

Autor: Lamoneda Prieto, Javier. IES La Granja. Jerez de la Frontera (Cádiz). Consejería de Educación (Junta de Andalucía). **Nota:** no interpretar los resultados si el esfuerzo no fue máximo Julio de 2019

Datos personales				Resultados del test			Estimación del Esfuerzo máximo (automático)				Interpretación de Resultados (automático)								
Nº y curso (opcional)	Edad (años)	Sexo (1=Masculino, 2=Femenino)	Peso (kg)	Altura (m)	FC final (ppm)	Tiempo total (minutos)	Esfuerzo P. (1-10)	Fc máx Teórica	Diferencia respecto a la FC máx Teórica	Interpretación de la FCmax	Interpretación del Esfuerzo Percibido	Percentil (Cádiz 2019)	Nivel CDV (Alpha-Fitness)	Velocidad máxima	VO2máx	Riesgo CDV Masculino (VO2máx)	Riesgo CDV Femenino (VO2máx)	IMC	Riesgo CDV (IMC)

Enlace a la base de datos:
<https://drive.google.com/file/d/1DTrPkgGes1d1v6OFoh8dn9iyTSI98GdF/view?usp=sharing>

Figura 1. Base de datos para estimar el esfuerzo y orientar la interpretación de resultados en el test.

(medias, desviación estándar) de las variables: último estadio completado, frecuencia cardíaca máxima y diferencia entre la FCmax y la teórica. Para calcular la segunda se recurrió a la fórmula de Tanaka: $208 - (0.7 * \text{edad})$.

Con el fin de valorar el esfuerzo máximo realizado por cada participante en los test se revisaron los resultados obtenidos en dos variables: (1) FCmax registrada al finalizar el test; y (2) percepción de esfuerzo al concluir el último estadio. Respecto a la FC registrada al final del test, se calcularon las diferencias entre la obtenida al final del test y la máxima teórica. Para la percepción de esfuerzo se rescató del último minuto de ejecución de cada participante en el test.

Por otra parte, para elaborar la calculadora de rendimiento se utilizaron como valores en riesgo de padecer enfermedad cardiovascular aquellos resultados inferiores a 42 ml/kg/min-1 para varones y 35 ml/kg/min-1, acorde con lo publicado en un meta-análisis reciente en niños y adolescentes de entre 8 y 19 años (Ruiz et al., 2016).

Para el análisis se empleó el software SPSS para Windows (versión 22.0, IBM Corporation, NY, USA) y Microsoft Office Excel para Windows 10.

Resultados

Resultados en el test de 20 m adaptado a estudiantes de ESO-Bachillerato

La tabla 2 presenta media y desviación típica en el último estadio completado, el VO₂max, la FCmax registrada al concluir el test, la diferencia entre la FCmax y la máxima teórica y de la percepción de esfuerzo registrada en el último estadio completado. Los valores medios para las variables analizadas fueron: último estadio completado, 5.92 (±2.47); VO₂max 43.52 (±7.26); FCmax, 198.02 (±0.71); diferencia entre la FCmax teórica y real, -0.33 (±11.05); percepción de esfuerzo, 7.87 (±2.03).

Calculadora de esfuerzo y rendimiento

A partir de los resultados obtenidos en el test de 20 m adaptado se ha diseñado una herramienta que permite estimar el esfuerzo del participante en el test, así como el rendimiento obtenido.

Para estimar el esfuerzo del participante se tomó como referencia: primero, la diferencia entre la FCmax teórica y la registrada por el estudiante al finalizar el

Tabla 3. Porcentajes de FC en base al grupo de edad.

Edad	≤80% FCmax N=99(39.8%)	85% FCmax N=2 (0.8%)	90% FCmax N=6(2.4%)	95% FCmax N=35 (14.1%)	100% FCmax N=107 (43%)
12 años	159.68 ppm	169.66 ppm	179.64 ppm	189.62 ppm	199.6 ppm
N=7	5 (71.43%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (16.29%)
13 años	159.12 ppm	169.07 ppm	179.01 ppm	188.96 ppm	198.6 ppm
N=82	34 (41.46%)	1 (2.94%)	2 (5.88%)	12 (35.29%)	33 (97.06%)
14 años	158.56 ppm	168.47 ppm	178.38 ppm	188.29 ppm	198.2 ppm
N=57	20 (35.09%)	0 (0%)	1 (1.75%)	7 (12.28%)	29 (50.88%)
15 años	158.00 ppm	167.88 ppm	177.75 ppm	187.63 ppm	197.5 ppm
N=19	3 (15.79%)	0 (0%)	1 (5.26%)	4 (21.05%)	11 (57.89%)
16 años	157.44 ppm	167.28 ppm	177.12 ppm	186.96 ppm	196.8 ppm
N=14	1 (7.14%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (28.57%)	9 (64.29%)
17 años	156.88 ppm	166.69 ppm	176.49 ppm	186.30 ppm	196.1 ppm
N=57	29 (50.88%)	0 (0%)	3 (5.26%)	7 (12.28%)	18 (31.58%)
18 años	156.32 ppm	166.09 ppm	175.86 ppm	185.63 ppm	195.4 ppm
N=11	7 (63.64%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (36.36%)
19 años	155.76 ppm	165,50 ppm	175.23 ppm	184,97 ppm	194.7 ppm
N=2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)

FCmax= frecuencia cardíaca máxima. La FCmax teórica se obtuvo a través de la fórmula $208-(0.7 \times \text{edad})$.
Ppm= pulsaciones por minuto. El registro de ppm se realizó al finalizar el test a través de pulsómetro.

Tabla 4. Porcentajes de percepción del esfuerzo en base al grupo de edad.

	≤6 "muy duro" N=56 (23.8%)	7 "muy duro" N=30 (12.77%)	8 "muy duro" N=44 (18.72%)	9 "máximo" N=34 (14.47%)	10 "extremadamente máximo" N=71(30.21%)
12 años N=7	2 (28.57%)	0 (0%)	2 (28.57%)	1 (14.29%)	2 (28.57%)
13 años N=60	19 (28.79%)	7 (11.67%)	11 (18.33%)	6 (10%)	17 (28.33%)
14 años N=66	21 (31.82%)	13 (19.7%)	9 (13.64%)	8 (12.12%)	15 (22.73%)
15 años N=15	7 (46.67%)	1 (6.67%)	3 (20%)	1 (6.67%)	3 (20%)
16 años N=17	1 (5.88%)	3 (17.65%)	5 (29.41%)	0 (0%)	8 (47.06%)
17 años N=59	5 (8.47%)	6 (10.17%)	14 (23.73%)	13 (22.03%)	21 (35.59%)
18 años N=9	1 (11.11%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (44.44%)	4 (44.44%)
19 años N=2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)

La percepción de esfuerzo percibido en el último estadio en un nivel de 1 a 10, siendo 1 nada cansado y 10 extremadamente máximo.

test; y segundo, la percepción de esfuerzo reportada por el participante.

Los datos que aporta la herramienta en relación con rendimiento obtenido en el test son: el percentil (tomando como referencia los datos del presente estudio): de 10 a 100; la valoración del nivel de CF cardiorrespiratorio (mediante el estudio ALPHA): muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto; y el riesgo de padecer enfermedad cardiovascular (a partir del VO_2max e IMC): alto riesgo, medio y sin riesgo. Finalmente, los autores sugieren que para interpretar correctamente los resultados que el test cumpla la condición de haber sido máximo.

Maximalidad

Las tablas 3 y 4 nos muestran los resultados obtenidos tras la realización del test de 20 metros de ida y vuelta con audio siguiendo los dos criterios de maximalidad empleados: FC y percepción subjetiva del esfuerzo.

Respecto a la FC, 142 participantes (57.1%) alcanzaron el 95 o 100% de la FCmax. Y en relación con la percepción del esfuerzo, 105 estudiantes (44.68%) mostraron valores entre 9 ("máximo") y 10 ("extremadamente máximo").

Tabla 5. Porcentajes de estudiantes en riesgo de padecer enfermedad cardiovascular

	N	<35 mL/kg/min	<42 mL/kg/min
Masculino	153	7 (4.58%)	38 (24.8%)*
Femenino	146	34 (23.3%)*	105 (71.9%)

Riesgo de padecer enfermedad cardiovascular

La Tabla 5 nos muestra el porcentaje de participantes con un VO_2 max por debajo del establecido para atribuir un riesgo en la salud cardiovascular (Ruiz et al., 2016).

El VO_2 max fue calculado en base a la fórmula establecida por Leger et al. (1988) basada en la máxima velocidad y edad. Se consideró umbral de salud cardiovascular cuando los valores eran inferiores a 42 mL/kg/min para toda la adolescencia en el caso de los varones, mientras que para las mujeres de 35 mL/kg/min (Ruiz et al., 2016). *Frecuencia y porcentaje de sujetos en riesgo de padecer enfermedad cardiovascular.

Según la clasificación realizada por la OMS de estado ponderal, un 19.5% de los participantes presentaba sobrepeso, mientras que un 7.1%, obesidad.

Discusión

El principal objetivo de este estudio es analizar la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de Cádiz (España). Además, aportar una herramienta para orientar la evaluación del rendimiento obtenido en el test de 20 metros de ida y vuelta, estimar el esfuerzo realizado por el estudiante y aportar estrategias metodológicas para su aplicación en centros educativos.

La evaluación de la CF es uno de los temas más discutidos en EF, entre otros motivos por la herencia de una concepción de la CF centrada en el rendimiento. Como reacción al paradigma de rendimiento han surgido opiniones opuestas al empleo de test motores en el ámbito escolar, orientado la intervención didáctica exclusivamente a la participación o incremento de la AF. Sin embargo, en un estudio de revisión Rosa-Guillamón (2018) advierte que no es suficiente con incrementar la AF, debido a que el riesgo cardiovascular futuro está más influenciado por el nivel de CF que por la cantidad de AF realizada.

Por tanto, no se trata de desechar la medición, sino orientarla desde un planteamiento constructivo para el estudiante. Siguiendo a Secchi et al. (2016b) no se recomienda utilizar los resultados del test para calificar al alumnado con una nota, sino poner el énfasis en la salud. A esta apreciación podemos añadir, como con-

sideran López-Pastor et al. (2019), el deber de evaluar sin necesidad de calificar ni poner notas, sino como un recurso más de aprendizaje, ya que precisamente cuando recurrimos a la evaluación sin calificación es cuando esta tiene una mayor repercusión en el aprendizaje de nuestro alumnado. Desde la corriente formativa y participativa la evaluación cumple cuatro funciones (Hamodi, López-Pastor & López-Pastor, 2015): formadora, el estudiante aprende durante el proceso de evaluación; reguladora, mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje tanto para el docente como el discente; comunicadora, se establecen feedback entre estudiantes y profesor; y ambientadora, se cuida el clima de trabajo.

En primer lugar, el instrumento que aporta este trabajo permite analizar los resultados del test de 20 metros de ida y vuelta de un modo práctico y adaptado al contexto de estudiantes de Andalucía. Coincidimos en este caso con los trabajos de Secchi et al. (2016b) al emplear como criterio de valoración el percentil del estudiante de acuerdo a la edad y al sexo. Además de esto, se analiza también el riesgo de padecer enfermedad cardiovascular a través del IMC y el VO_2 max estimado por la velocidad máxima alcanzada en el test. Estos dos datos son de notoria utilidad para valorar el estado de salud cardiovascular del estudiante.

En segundo lugar, el presente estudio aporta herramientas para realizar una valoración del esfuerzo del estudiante no solo a través de datos subjetivos, como la escala de esfuerzo de Borg, sino a través del análisis de la FC registrada por el estudiante durante el test. Esta iniciativa resulta de notorio interés para completar la valoración cuantitativa del estudiante con elementos actitudinales como el esfuerzo invertido en la prueba. Este tipo de valoración contribuye a realizar una evaluación formativa y compartida con el estudiante al ampliar la valoración con diferentes capacidades y competencias en el aprendizaje y propiciar una mayor diversidad de canales de feedback (Hortigüela, Pérez-Pueyo & González-Calvo, 2019). Además, los resultados obtenidos permiten ser analizados por el propio estudiante haciendo protagonista y principal responsable de su mejora.

En relación con los valores obtenidos en el análisis de la maximalidad, el 44.68% de los participantes asignó una puntuación 9 o 10 en la escala de percepción de esfuerzo (Borg, 1-10), mientras que los resultados obtenidos con pulsómetro revelaron que el 57.1% había realizado un test máximo. A este respecto cabe cuestionar si los estudiantes comprendieron la escala Borg o si realmente no habían aprendido a valorar su esfuerzo personal, ya que existe una clara disparidad entre el análisis de Borg y el registro de FCmax. Ade-

Tabla 6. Ejemplo de procedimientos, actividades e instrumentos para la evaluación y calificación.

Procedimiento/técnica	Actividad de evaluación	Instrumento	Responsable
1. Observación sistemática	Cumplimentar la hoja de registro del alumno/a observado*	Escala descriptiva	Compañero (coevaluación)
2. Prueba: test de 20 m ida y vuelta	Analizar el rendimiento en el test en base a: percentil y riesgo cardio-vascular*	Escala e informe sobre el rendimiento	Alumno/a (auto-evaluación)
3. Producción: informe de salud, reflexión y propuesta de mejora	Valorar el esfuerzo considerando la escala Borg y FC máxima*	Escala e informe sobre el esfuerzo	Alumno/a (auto-evaluación) Profesor
	Aportar una reflexión sobre el estado de salud personal y propuesta de mejora*	Rúbrica	Alumno/a (auto-evaluación) Profesor
4. Intercambios orales	Debates y puestas en común sobre criterios de evaluación, sensaciones al finalizar el test, propuestas de mejora	Registro anecdótico y rúbrica	Grupo

*Actividades que forman parte de la calificación.

más, resulta de interés incidir en que frente a lo esperado en los protocolos de test máximos, su aplicación en contexto escolar no logra que todos los estudiantes estén motivados para demostrar su capacidad máxima. Sin embargo, en el protocolo del test de 20 m es un requisito indispensable realizar el máximo esfuerzo para poder aplicar cualquier estimación externa del VO_2 max y riesgo de enfermedad cardiovascular. Por esta razón es necesario considerar la maximalidad como criterio previo al análisis de resultados a través de la calculadora presentada. En el caso de no realizar un test máximo, los profesores encargados de la valoración de la CF deberán ser cautos a la hora de realizar un juicio de riesgo de enfermedad cardiovascular.

En tercer lugar, cobra interés las orientaciones metodológicas que se sugieren para desarrollar el test de 20 metros de ida y vuelta: (1) *ambientales*: empleo de la música como recurso motivacional que orienta al estudiante hacia un clima recreativo frente a la orientación tradicional competitiva; (2) *organización de grupos*: sensibilidad a las diferencias de capacidades e intereses; (3) *orientación educativa* frente a la competición o calificación; (4) *explicación de las normas del test*: a través del modelado (el investigador principal realiza al menos los primeros minutos del test junto a los participantes); (5) *interpretación educativa de la eliminación*: mostrar el concepto de “límite personal” frente a la “competición contra otros”; (6) *saludable*: orientar sobre hábitos de AF y alimenticios previo al test y cerciorarse de que se encontraban en buen estado de salud a través de documento de consentimiento informado para las familias.

Por otra parte, en anteriores trabajos se ha resaltado la relación existente entre el nivel de capacidad cardiorrespiratoria con salud futura en niños y adolescentes (Ruiz et al., 2016). Por ello, es importante evaluar y

detectar aquellos niveles bajos de CF, y en particular, de la capacidad cardiorrespiratoria como marcador potente de salud futura. En este sentido, una revisión sistemática y meta-análisis reciente en el que se incluyeron a más de 9000 niños y adolescentes de 14 países (entre ellos España), mostraron que los niveles de capacidad cardiorrespiratoria por debajo de 42 y 35 ml/kg/min para varones y mujeres respectivamente, podrían tener más riesgo cardiovascular. En este caso, el 24.8% de los varones y el 23.3% de las mujeres se encontraban en riesgo, mientras que el 7.1% presentaba sobrepeso.

A pesar de lo expuesto, este estudio presenta limitaciones en el número de participantes evaluados, que sería interesante incrementar en futuros estudios a fin de poder aportar datos de referencia para una zona geográfica mayor. No obstante, la presente investigación aporta instrumentos de análisis y orientaciones metodológicas de notorio interés en la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en centros educativos en Cádiz (Sur de España).

Aplicación pedagógica

La evaluación y calificación del esfuerzo y salud cardiovascular puede lograr mejorar los aprendizajes de los estudiantes y los procesos de enseñanza siempre que se desarrollen desde un enfoque formativo y compartido (López-Pastor et al., 2013), para lo cual es preciso: elaborar unos criterios de calidad evaluativa adecuados al diseño curricular, a las características del contexto educativo; fijar las actividades, técnicas e instrumentos de evaluación adecuados para cada caso; asegurar la veracidad del proceso a través de suficientes evidencias que argumenten la calificación (diferen-

tes capacidades y competencias en el aprendizaje y canales de feedback); integrar al estudiante en el proceso, haciéndolo consciente y responsable de su nivel de CF y su propia mejora; ser viable a las condiciones del centro y grupo y seguir un procedimiento ético (Hortigüela et al., 2019; López-Pastor & Pérez-Pueyo, 2017). En este sentido, contar con herramientas validadas y fácilmente aplicables es de mucha utilidad.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se muestra una propuesta para orientar la evaluación y calificación.

Conclusiones

La calculadora de esfuerzo y salud cardiovascular puede ser interesante para abordar la compleja tarea de la evaluación en EF desde un enfoque global, capaz de fusionar los paradigmas de rendimiento y participación. Por su parte, las orientaciones metodológicas que se aportan pueden resultar interesantes en la intervención docente desde una orientación formativa, participativa y más humana del estudiante.

BIBLIOGRAFÍA

- Artero, E. G., España-Romero, V., Castro-Pinero, J., Ortega, F. B., Suni, J., Castillo-Garzón, M. J., & Ruiz, J. R. (2011). Reliability of field-based fitness tests in youth. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 159-169. doi:10.1055/s-0030-268488
- Castro-Piñero, J., Artero, E.G., España, V., Ortega, F.B., Sjostrom, M., & Suni, J. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 943-943. doi:10.1136/bjism.2009.058321
- Comisión Europea/EACEA/Eurydice, (2013). *Physical Education and Sport at School in Europe*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Cuervo, C., Cachón, J., González, C., & Zagalaz, M. L. (2017). Hábitos alimentarios y práctica de actividad física en una muestra de adolescentes de una ciudad del norte de España. *Journal of Sport and Health Research*, 9(1), 75-84.
- González, R. & Ramírez, J. (2017). Revisión de las pruebas de evaluación de la condición física en Educación Secundaria. *Ágora*, 19(2-3), 355-378. doi:10.24197/aefd.2-3.2017.355-378
- Hamodi, C., López-Pastor, A. T. & López-Pastor, V. M. (2015). Percepciones de alumnos, egresados y profesores sobre los sistemas de evaluación del aprendizaje. @tic. *revista d'innovació educativa*, 14, 1-10. doi:10.7203/attic.14.175
- Hortigüela, D., Pérez-Pueyo, A. & González-Calvo, G. (2019). Pero... ¿A qué nos Referimos Realmente con la Evaluación Formativa y Compartida?: Confusiones Habituales y Reflexiones Prácticas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 12(1), 13-27. doi:10.15366/riee2019.12.1.001
- Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6(2), 93-101.
- Leman, M., Moelants D., Varewyck, M., Styns, F., Noorden, L., & Martens, J. (2013). Activating and Relaxing Music Entrains the Speed of Beat Synchronized Walking. *PLoS ONE*, 8(7), e67932. doi: 10.1371/journal.pone.0067932
- López-Pastor, V. M. (2004). *La participación del alumnado en los procesos evaluativos: la autoevaluación y la evaluación compartida en Educación Física*. En Fraile, A. Didáctica de la Educación Física: una perspectiva crítica y transversal. Ed. Biblioteca Nueva. Madrid, 265-291.
- López-Pastor, V. M. & Pérez-Pueyo, A. (2017). *Evaluación formativa y compartida en educación: experiencias de éxito en todas las etapas educativas*. León: Universidad de León.
- López-Pastor, V. M., Sonlleba, M. & Martínez, S. (2019). Evaluación Formativa y Compartida en Educación *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 12(1), 5-9.
- Lopes, J., Lima, A., Bertuzzi, B., & Silva-Caval-cante, M. (2015). Influence of music on performance and psychophysiological responses during moderate-intensity exercise preceded by fatigue. *Physiology and Behavior*, 139, 274-280.
- Hortigüela, D., Pérez-Pueyo, A. & González-Calvo, G. (2019). Pero... ¿A qué nos Referimos Realmente con la Evaluación Formativa y Compartida?: Confusiones Habituales y Reflexiones Prácticas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 12(1), 13-27.
- Ramos, P., Jiménez-Iglesias, A., Rivera, F., & Moreno, C. (2016). Evolución de la práctica de la actividad física en los adolescentes españoles. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 16(62), 335-353. doi:10.15366/rimcafd2016.62.010
- Rosa-Guillamón, A. (2018). Análisis de la relación entre salud, ejercicio físico y condición física en escolares y adolescentes. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 20(1), 25-38. doi:10.29035/rcaf.20.1.1
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G. et al. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909-923. doi:10.1136/bjism.2008.056499
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., et al. (2011). Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 518-24. doi:10.1136/bjism.2010.075341
- Ruiz, J. R., Cavero-Redondo, I., Ortega, F. B., Welk, G.J., Andersen, L. B. & Martínez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50, 1451-1458. doi:10.1136/bjsports-2015-095903
- Secchi, J. D., García, G.C., & Arcuri, C. R. (2016a). Evaluación de la condición física relacionada con la salud en el ámbito escolar: un enfoque práctico para interpretar e informar los resultados. *Enfoques*, 28(2), 67-87.
- Secchi, J. D., García, G. C. & Arcuri, C. (2016b). ¿Evaluar la condición física en la escuela? Conceptos y discusiones planteadas en el ámbito de la educación física y la ciencia. *Enfoques*, 26(1), 67-92.
- Stahring, R., Salas, J. C., & Palero, F. (2018). Sensación del esfuerzo percibido: hacia un cambio en el modo de evaluar las conductas motrices introyectivas en las clases de educación física de la escuela secundaria. *Acción motriz*, 21, 37-48.
- The Cooper Institute for Aerobics Research (2014). *FITNESSGRAM Test Administration Manual*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics. Págs. 38-39.
- Tinning, R. (1996). Discursos que orientan el campo del movimiento humano y el problema de la formación del profesorado. *Revista de Educación* 311, 123-134.