



Valor científico y práctico de la plataforma Europea FitBack para las y los educadores físico deportivos

Scientific and functional rationale of the FitBack European platform for Sport and Exercise Specialists

Olvera-Rojas, M^{1*}, Jose J. Gil-Cosano¹, Jonatan R. Ruiz^{1,2}, Shawnda A. Morrison³, Marjeta Kovač³, Bojan Leskošek³, Gregor Jurak³ and Francisco B Ortega^{1,4*}

¹Grupo de Investigación PROFITH “PROmoting FITness and Health Through Physical Activity”, Instituto Mixto Universitario de Deporte y Salud, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Spain. ²Instituto de Investigación Biosanitaria, IBS.Granada, Spain. ³Facultad del Deporte, Universidad de Liubliana, Eslovenia. ⁴Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte, Universidad de Jyväskylä, Finland.

*Autores para correspondencia: olvera@ugr.es; ortegaf@ugr.es

RESUMEN

La evaluación de la condición física en jóvenes es importante desde el punto de vista educativo, deportivo y la salud. El proyecto FitBack, financiado por la Comisión Europea, ha desarrollado una herramienta que permite interpretar los resultados de la evaluación de la condición física en niños/as y adolescentes de forma individualizada. El objetivo del estudio fue presentar la metodología científica y la utilidad práctica de plataforma a las y los educadores físico deportivos. Se han recopilado datos de jóvenes europeos de 6 a 18 años para generar una base de datos de referencia de condición física. Se ha utilizado la batería de test ALPHA que ha demostrado previamente ser fiable, válida y relacionada con la salud. Con la batería ALPHA se mide la capacidad cardiorrespiratoria, fuerza muscular y antropometría. Los percentiles se obtuvieron utilizando el método GAMLSS. Se han recopilado en torno a 8.000.000 de datos de 34 países (106 bases de datos) para desarrollar los percentiles específicos para sexo y edad. Se ha generado una plataforma multilingüe e interactiva que permite la creación automática de informes individuales sobre los niveles de condición física y propuestas de mejora. Este estudio muestra la base científica y funcionalidad de la plataforma FitBack, que se presenta como una herramienta que ofrece múltiples posibilidades a las y los educadores físico deportivos para valorar los niveles de condición física de la población joven.

Palabras clave: seguimiento; juventud; salud poblacional; condición física; evaluación del riesgo para la salud

ABSTRACT

Fitness testing in youth is important from a health, educational and sport point of view. The FitBack project has been funded by the European Commission to develop a tool that provides individualized and group reports on physical fitness levels in children and adolescents. The goal of the study was to present the scientific methods and practical usefulness of the FitBack web platform to sport-physical educators. Data from European youth aged 6-18 years have been used to determine the cut-off points. The ALPHA test battery was used for the assessment as it comprises tests that are reliable, have criterion/construct validity and predictive validity in relation to health. These tests include the domains of cardiorespiratory fitness, muscle strength and anthropometry. Percentiles were obtained using the GAMLSS method. Nearly 8,000,000 data points from 34 countries (106 databases) have been used to develop the sex- and age-specific percentiles. Thereby, a multilingual and interactive platform was developed allowing the automatic creation of individual and group reports on fitness level, and tips from improvement. This study shows the scientific rationale and functionality of the FitBack platform, and it is presented as a



tool that offers multiple possibilities for physical fitness educators to assess the physical fitness levels of schoolchildren.

Keywords: surveillance; youth; health promotion; physical fitness; health risk assessment

INTRODUCCIÓN

Un bajo fitness se asocia con una peor salud cardiovascular, con una peor salud ósea y una mayor probabilidad de una enfermedad incapacitante en el futuro (Henriksson et al., 2019). Cálculos recientes revelan que los costes sanitarios directos de la inactividad física en Europa ascienden a 11.685 millones de euros al año, y que se pierden otros 3.795 millones de euros debido a la disminución de la productividad (Ding et al., 2016). La condición física es un marcador muy importante relacionado con la salud a lo largo de la vida (García-Hermoso et al., 2019). Conseguir un alto nivel de condición física es beneficioso para la salud física y mental, así como para la salud cerebral (Ortega et al., 2008).

La condición física es la capacidad de llevar a cabo las tareas diarias con vigor y agilidad, sin fatiga y con energía suficiente para disfrutar de las actividades de ocio y para hacer frente a emergencias inesperadas (Clarke, 1979). En 2003, la Comisión Europea financió el proyecto ALPHA con el objetivo de disponer de una batería de test válida y fiable para medir la condición física de forma armonizada internacionalmente. Se realizaron una serie de estudios metodológicos y revisiones sistemáticas para identificar los test con mayor fiabilidad, validez de criterio/constructo y validez predictiva relacionada a la salud (Artero et al., 2011; Castro-Pinero et al., 2010; Ruiz et al., 2009). La antropometría y la composición corporal estaban estrechamente relacionadas con el rendimiento físico y la salud y, por lo tanto, se consideraron componentes de la condición física en el proyecto ALPHA.

El resultado final del proyecto fue la batería de test ALPHA para niños/as y adolescentes, que en su versión de Alta Prioridad (una versión más corta y más adecuada para uso escolar) recomendaba utilizar: el test de carrera de ida y vuelta de 20 m para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria; los test de prensión manual y de salto de longitud para evaluar la fuerza y potencia muscular; y el índice de masa corporal y el perímetro de cintura como indicadores de obesidad total y central.

Dada la importancia de la condición física para la salud física y mental, es crucial disponer de información fiable y válida sobre las tendencias de la condición física para fundamentar la elaboración de políticas nacionales y regionales. En este sentido, distintas políticas europeas en el ámbito del deporte dan importancia a la monitorización de la condición física como parte de las acciones de apoyo a la actividad física para la salud (Commission, 2014; Council, 2013; EU Working Group Sport & Health, 2008; World Health Organization, 2015). El consorcio FitBack (www.fitbackeurope.eu) es una iniciativa europea cuyo nombre completo es "Red Europea de Apoyo al Desarrollo de Sistemas de Monitorización de la Condición Física de Niños/as y Adolescentes". Su misión es proporcionar una plataforma de monitorización de la condición física en toda Europa y que sirva como herramienta para la alfabetización física (es decir, para ayudar a entender por qué son importantes los test de condición física, cómo interpretar resultados de los test de condición física, cómo establecer objetivos de ejercicio, cómo mejorar los niveles de condición física, etc.). La red FitBack se ha desarrollado en colaboración con 10 socios europeos y está coordinada por la Facultad de Deportes de la Universidad de Liubliana (Eslovenia), que cuenta con más de 30 años de experiencia en la monitorización anual de la condición física de todos los escolares a nivel nacional. La Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada, mediante el grupo de investigación PROFITH (<http://profith.ugr.es/>) ha representado a España en este consorcio, encargándose de recopilar y gestionar las bases de datos de condición física de toda Europa y las traducciones de la web al español.

El objetivo de este estudio es mostrar la funcionalidad de la plataforma FitBack a las y los educadores físico deportivos, para valorar los niveles de condición física de la población joven.



MÉTODO

Participantes y diseño

Tomkinson et al. (2018) llevaron a cabo una revisión sistemática de las bases de datos existentes que incluían test de condición física en niños/as y adolescentes. Un mismo niño podía haber sido incluido dos o más veces en función de los test realizados. Estos datos se incluyeron en la base de datos de FitBack, y se utilizó la simulación de Monte Carlo para producir pseudodatos (a partir de las medias y las desviaciones estándar reportadas) cuando los datos brutos no estaban disponibles. Además, la red FitBack realizó una búsqueda narrativa basada en términos de condición física para identificar nuevas bases de datos no incluidas en la revisión de Tomkinson (Tomkinson et al., 2018).

Para su inclusión, se requerían datos válidos sobre el sexo, la edad y al menos uno de los test de la batería de test ALPHA en su versión de alta prioridad (<https://profith.ugr.es/alpha-children>) (Ruiz et al., 2011), que incluye las siguientes medidas: peso, talla, perímetro de cintura, salto de longitud, prensión manual y test de ida y vuelta de 20m. En el estudio anterior de Tomkinson et al., (2018) el intervalo de edad era de 9 a 17 años, mientras que en este estudio FitBack se amplió la edad demográfica para incluir a niños/as de 6 a 18 años. La red FitBack contó con la participación de muchos investigadores experimentados que trabajan en el ámbito de la condición física pediátrica de toda Europa, lo que ayudó a identificar bases de datos no publicadas sobre la condición física que se unieron a los datos ya recopilados.

El objetivo era utilizar los datos más recientes disponibles para cada país, que en algunos casos era una única base de datos de gran tamaño, mientras que en otros era la acumulación de varios estudios o bases de datos que cubrían diferentes regiones geográficas dentro de un país. Las fuentes utilizadas para generar los valores de referencia están disponibles en el sitio web de FitBack (www.fitbackeurope.eu/es-es/mapa-de-la-condicion-fisica/fuentes)

Instrumentos y procedimiento

La base de datos de FitBack se compuso de los estudios que utilizaron la batería de test ALPHA, ya que estos test han demostrado ser viables, fiables, válidos y escalables para niños/as y adolescentes (Artero et al., 2011; Castro-Pinero et al., 2010; Ruiz et al., 2009). Además, algunos de ellos se utilizan en sistemas nacionales de monitorización y vigilancia de la condición física bien establecidos en Europa, como SLOfit (Eslovenia) (Jurak et al., 2020), NETFIT (Hungría) (Csányi et al., 2015) y Fitescoula (Portugal) (Henriques-Neto et al., 2022).

En concreto, la capacidad cardiorrespiratoria se evaluó mediante el test de 20m de ida y vuelta (Léger et al., 1988). El número de etapas completadas se utilizó como indicador de la capacidad cardiorrespiratoria. Sin embargo, diferentes estudios habían expresado el resultado del test 20 m de ida y vuelta en otras unidades, como las vueltas completadas o la velocidad en la última etapa completada, y existen al menos tres protocolos/versiones conocidas de este test (Léger et al., 1988). Todos los datos se convirtieron y armonizaron en etapas completadas según el protocolo original de Léger, como se ha descrito en otro documento (Tomkinson et al., 2018). La fuerza muscular se evaluó mediante la fuerza de prensión manual (representativa de la fuerza muscular de las extremidades superiores), utilizándose la media de los máximos de ambas manos en nuestros análisis y el test de salto de longitud (representativa de la fuerza muscular de las extremidades inferiores).

La adiposidad total y abdominal se evaluó mediante el índice de masa corporal y el perímetro de la cintura, respectivamente, siguiendo procedimientos estandarizados (Janssen et al., 2002; Staiano et al., 2012). Los análisis exploratorios sobre datos españoles en niños/as no publicados, mostraron una diferencia media de 0,6 kg de diferencia media entre las manos y, por lo tanto, aplicamos un factor de corrección de -0,3 kg a estos dos estudios para estimar la puntuación media (Esteban-Cornejo et al., 2014).

Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó utilizando el lenguaje R para la computación estadística (R versión 3.6.3); los modelos aditivos generalizados de localización, escala y forma se ajustaron utilizando

el paquete R GAMLSS y los pesos de post-estratificación se obtuvieron utilizando el paquete R survey (Stasinopoulos & Rigby, 2007).

Se aplicaron diferentes procedimientos de limpieza a los datos. En primer lugar, se eliminaron los valores que quedaban fuera de los límites probables inferior y superior. Los límites se definieron basándose en la experiencia de los autores al trabajar con grandes bases de datos anteriores (De Miguel-Etayo et al., 2014; Ortega et al., 2005, 2011; Tomkinson et al., 2017, 2018). Los límites utilizados fueron los siguientes: en el test de 20m ida y vuelta (0-21 etapas), fuerza de prensión manual (0-80 kg), salto de longitud (15-330 cm), altura (80-220 cm), peso (0-200 kg), índice de masa corporal ($7-60 \text{ kg/m}^2$) y perímetro de la cintura (40-130 cm).

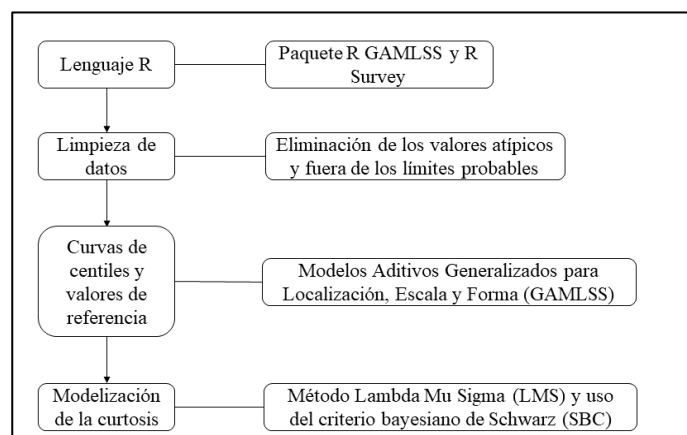
En segundo lugar, se identificaron y eliminaron los valores atípicos. Para cada medida de la condición física, en adelante denominada test, se elaboró un modelo de regresión multivariante que incluía el test como variable dependiente y la edad (modelado como un spline cúbico con 5 grados de libertad), el sexo y su interacción como variables independientes (Durrleman & Simon, 1989). Se eliminaron del análisis posterior al 0.01% de los sujetos con los residuos de Student más bajos y altos. Las ponderaciones se calcularon mediante ajuste proporcional iterativo (Lumley, 2011) para ajustar las distribuciones conjuntas de la muestra por edad y sexo a los datos de la población. Los valores poblacionales de cada país se obtuvieron de la Oficina Europea de Estadística (EUROSTAT). Las ponderaciones de la muestra se recortaron para evitar varianzas de muestreo excesivamente grandes (Rigby & Stasinopoulos, 2005).

Las curvas de los centiles y los valores de referencia se desarrollaron utilizando Modelos Aditivos Generalizados para Localización, Escala y Forma (GAMLSS) (Cole & Green, 1992). Se utilizaron varios modelos continuos (Box-Cox Cole y Green [BCCG], Box-Cox de potencia exponencial [BCPE], Box-Cox-t [BCT], Gaussiana inversa generalizada) que se ajustaron a los datos, optimizando los grados de libertad para el ajuste P-splines para todos los parámetros de las respectivas distribuciones utilizando el criterio bayesiano de Schwarz (SBC), estableciendo funciones de enlace adecuadas para los distintos parámetros.

El BCCG se utiliza habitualmente en el método Lambda Mu Sigma (LMS) (Cole & Green, 1992). BCPE y BCT son extensiones de LMS que añaden un parámetro para permitir la modelización de la curtosis (positiva o negativa) (con 2 BCPE y BCCG [LMS] coinciden). En todos los modelos se utilizaron $\lambda = 1/3$ y $\lambda = 1/2$ para la transformación de la potencia de la edad. Se realizaron análisis por separado para niños y niñas. El modelo final para cada test y sexo se determinó mediante el uso del criterio bayesiano de Schwarz (SBC).

Figura 1.

Esquema gráfico del análisis estadístico aplicado a los datos para generar los valores de referencia que se usan en la plataforma FitBack.



RESULTADOS

Después de limpiar y eliminar los valores extremos, se obtuvieron 7.966.693 puntos de datos, entre ellos 1.026.077 para el test de 20m ida y vuelta; 787.966 para la fuerza de prensión manual, 1.345.159 para el salto de longitud, 1.466.821 para la altura, 1.466.295 para el peso, 1.464.795 para el índice de masa corporal y 409.580 para el perímetro de la cintura.

El objetivo inicial era recopilar datos tan recientes como fuera posible para obtener valores de referencia actualizados, preferiblemente desde el año 2000. La mayoría (69%) de las bases de datos (que representan el 95% de todos los puntos de datos) se recogieron después del año 2000. Sin embargo, se incluyeron datos anteriores a 2000 cuando no se disponía de ellos a nivel nacional.

Todo este trabajo queda plasmado en la plataforma FitBack, una herramienta que tiene por objetivo transferir a la sociedad todos los conocimientos adquiridos en este proceso y al mismo tiempo, ser un apoyo para todas las y los educadores físico deportivos en la tarea de interpretar los niveles de condición física para cada sexo y edad de forma automática, rápida y sencilla (ver Figura 2).

Figura 2

Página inicial de la plataforma FitBack (www.fitbackeurope.eu/es-es/).



Estos informes proporcionan información valiosa sobre el estado de salud del niño y niña u adolescente, y pueden ser un recurso inestimable para que las y los educadores físico deportivos puedan planificar, idear y ejecutar su plan de trabajo. Si hay debilidades sistemáticas en un área determinada (por ejemplo, valores musculoesqueléticos atípicos, una condición física general deficiente o un aumento de los valores del índice de masa corporal), FitBack proporciona recomendaciones para mejorar cada componente de la condición física (www.fitbackeurope.eu/es-es/crear-un-informe/-como-puedo-mejorar-composicion-corporal/) (Figura 3).

Figura 3
Ejemplo de consejos para mejorar la fuerza muscular.

¡Tu entrenamiento de fuerza!

¡COMENCEMOS! Mejora altamente recomendada	¡SIGAMOS ADELANTE! Mejora recomendada	¡CONTINUÁ! Buena forma
15 a 30 minutos	30 a 45 minutos	40 a 60 minutos
1. Sentadilla (Sqt)	1. Sqt c/ salto	1. Sqt c/ salto y balón
		
No.repeticiones:10-12 Desc:1 min No.series:1-2 Cadencia:lenta	No.repeticiones:10-12 Desc:1 min No.series:2-3 Cadencia:rápida	No.repeticiones:12-15 Desc:45sec No.series:3-4 Cadencia:rápida
2. Flexiones de rodilla con inclinación	2. Flexiones de rodilla	2. Flexiones
		
No.repeticiones:10-12 Desc:1 min No.series:1-2 Cadencia:lenta	No.repeticiones:10-12 Desc:1 min No.series:2-3 Cadencia:lenta	No.repeticiones:12-15 Desc:45sec No.series:3-4 Cadencia:lenta

Hay dos opciones para introducir datos en FitBack.

Se pueden introducir los datos de cada individuo en un formulario interactivo que presenta inmediatamente un informe o puede importar los datos de un grupo de hasta 40 personas en un documento de plantilla de Excel y generar informes interactivos individuales (ver Figura 4 y Figura 5).

Figura 4
Introducir datos en FitBack para informe individual.

Crear un informe interactivo

El informe FitBack es un formulario de entrada de datos en línea que proporciona información sobre la condición física de los niños/as y adolescentes, incluyendo una evaluación del riesgo para la salud y una evaluación normativa de las puntuaciones de las pruebas basada en datos europeos.

Para crear un informe se puede ayudar leyendo las [instrucciones de uso](#) y [cómo leer un informe aquí](#).

¿Quieres hacer un informe de grupo desde Excel?

[Ir a informe de grupo](#)

1. Información personal

Su información personal no se almacena en ningún sitio y se pierde en caso de que cierre o actualice el sitio.

ID / apodo (optional)

Fecha de nacimiento

dd/mm/aaaa

Género

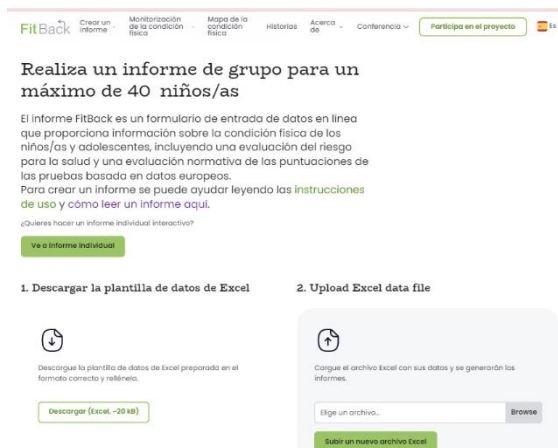
Femenino Masculino

Fecha de realización de los test

dd/mm/aaaa

[Submit](#)

Figura 5
Introducir datos en FitBack para informe grupal.

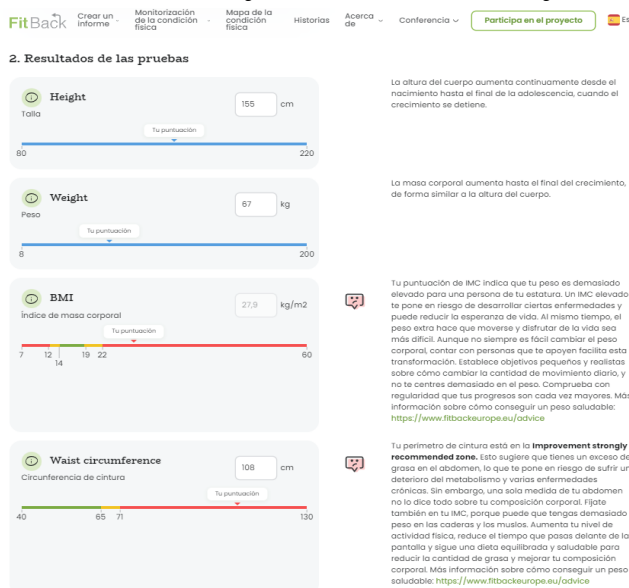


La y el educador físico deportivo tiene un rol fundamental en la interpretación exitosa del informe, y es una buena idea discutir los resultados con el grupo de entrenamiento, tanto en términos generales, como con los niños/as u adolescentes a nivel individual también, especialmente aquellos que pueden tener preguntas acerca de ciertas puntuaciones del test, o pueden necesitar un mayor compromiso para fomentar mejores conexiones en la mejora de su propia alfabetización física.

El informe interactivo y en PDF está configurado para que los resultados de cada test antropométrico o de condición física se muestren en detalle a lo largo de una escala móvil correspondiente al valor del test (ver Figura 6). Además, tienen el valor añadido de ofrecer las siguientes características:

- A) Los valores individuales de los test de condición física se comparan con los niveles europeos.
- B) Se ofrecen evaluaciones de riesgo para la salud basadas en la evidencia científica disponible para ese test.
- C) También hay algunas recomendaciones sobre el estado de la condición física; por ejemplo, cómo alcanzar o mantener un nivel saludable de condición física.
- D) Para más detalles sobre cómo mejorar componentes específicos de la condición física, hay infografías disponibles en los enlaces que aparecen en la página web.

Figura 6
Informe interactivo ajustado a la edad del sujeto.



Para obtener más información, los distintos colectivos pueden seguir los consejos de las y los educadores físico deportivos o simplemente compartir los resultados con el médico del niño/a enviándole la URL del informe. Estos informes también se pueden guardar como PDF.

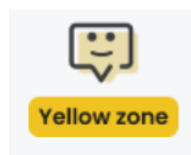
En el siguiente ejemplo, se discuten algunas de las utilidades que nos proporciona la plataforma FitBack a nivel educativo, deportivo y de salud (ver Figura 8). En el contexto educativo, la o el educador físico deportivo puede interpretar fácilmente los valores de su alumnado respecto a los valores europeos ajustado por sexo y edad (ver recuadro verde). Puesto que se obtiene una puntuación numérica para cada test de condición física que refleja el percentil exacto en el que se encuentra el alumnado, una estrategia motivadora y equitativa es que cada alumno/a intente mejorar de principio a final de curso en 5 puntos de percentil su condición física, por ejemplo, de 50 a 55. Esto es un objetivo individualizado y mejor opción de lo que muchos docentes han usado en el pasado que es requerir un valor mínimo igual para toda la clase. En el contexto sanitario, mediante las valoraciones mostradas en la Figura 7, el médico puede observar que componentes de la condición física se encuentran en valores óptimos de salud y cuáles deben ser mejorados (ver recuadro rojo). En el contexto deportivo, la y el entrenador o la y el educador físico deportivo puede visualizar en qué percentil se encuentra el sujeto y promover su práctica deportiva fuera del entorno escolar (ver recuadro amarillo).

Figura 7

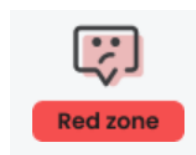
Zonas de salud dependientes de los datos introducidos.



La zona verde significa que los datos del niño/a están dentro de un rango saludable.



La zona amarilla significa que hay que hacer algunas mejoras en este punto.



La zona roja significa que es necesaria una mejora significativa para prevenir riesgos sanitarios actuales o futuros para la salud y el bienestar general del niño/a.

Figura 8

Ejemplo de participante de varios componentes de la condición física.



DISCUSIÓN

La plataforma FitBack proporciona informes de condición física individuales y de grupo apoyados por materiales educativos para la implementación de la monitorización de la condición física y para contribuir a la mejora de la alfabetización física. Además, la plataforma incluye mapas interactivos de la condición física europea basados en valores de referencia actualizados.

Se han desarrollado una gran cantidad de trabajos científicos dedicados a comprender la importancia de la actividad física y cómo ayuda a mejorar la salud (Bull et al., 2020; Mora-Gonzalez et al., 2020; Ortega et al., 2022). Asimismo, se ha estudiado cómo la actividad física impacta en la condición física y la salud física, mental y cognitiva (Colley et al., 2012; Mora-Gonzalez et al., 2020; Okely et al., 2009). Por ello, FitBack dispone de contenidos en línea resaltando los hallazgos descubiertos por las y los expertos en esta materia, centrados en la protección de la salud de las y los niños (Brazendale et al., 2021; Jurak et al., 2021; Lang et al., 2018). Las y los educadores físico deportivos necesitan datos objetivos sobre los niveles de condición física y poder interpretarlos para cada sexo y edad exacta como parte esencial de la promoción de una adecuada alfabetización física en la población (Siquier Coll et al., 2018). Además, tener un conocimiento sólido de la propia condición física garantizará que las y los niños y los adolescentes puedan elegir realizar y mantener actividades físicas provechosas a lo largo de su vida, incluyendo todos los beneficios para la salud asociados a un estilo de vida saludable y activo (Li et al., 2020).

A la hora de establecer un sistema de monitorización de la condición física, hay que ser consciente de la información que se proporciona a las y los educadores físico deportivos, alumnado y progenitores. Los test de condición física son mucho más que "una evaluación escolar más", ya que ayudan a entender los distintos dominios de la condición física a los progenitores y los hace partícipes de la formación de sus niños y niñas. Las escuelas están en una posición única para influir positivamente



en la actividad y la condición física del alumnado, no sólo a corto plazo, sino inculcando valores y habilidades que acompañarán a estos niños/as durante toda su vida (Hillman et al., 2008). La forma física que tiene un escolar ahora está relacionada con la forma física y la actividad que tendrá con la edad adulta. La naturaleza multidimensional e interactiva de la condición física es lo que la convierte en un aspecto central para crear hábitos saludables y sostenibles a lo largo de la vida. Aquellos con una mejor educación física pueden estar más en sintonía con su cuerpo y lo que se requiere para funcionar bien, y pueden ser capaces de fomentar hábitos de actividad física para toda la vida (Cadenas-Sanchez et al., 2020).

Con este artículo y la presentación de la plataforma FitBack, se pretende contribuir a una amplia implementación de la monitorización de la condición física por las y los educadores físico deportivos.

IMPLICACIONES PRÁCTICAS DE LA PLATAFORMA *FitBack*

Los valores de referencia, una vez integrados en la plataforma interactiva y multilingüe FitBack, tienen utilidad e implicaciones prácticas en el ámbito de la salud, educativo y deportivo.

Desde el enfoque de la salud, los test y la monitorización de la condición física son extremadamente importantes desde el punto de vista clínico y de la salud pública, como ha reconocido recientemente la American Heart Association (Raghuveer et al., 2020), y la Organización Mundial de la Salud, entre otros (Lang, Wolfe Phillips, et al., 2018). La medición de los factores de riesgo cardio metabólico a partir de muestras de sangre es invasiva y éticamente cuestionable para los jóvenes a nivel poblacional. Asimismo, las evaluaciones de la salud mental y cognitiva suelen ser complejas, delicadas y requieren mucho tiempo. Dado que la condición física ha demostrado repetida y sistemáticamente ser un potente marcador de la salud física, mental y cognitiva de los jóvenes, los test y la monitorización de la condición física proporcionarán una valiosa información sobre el estado de salud de los jóvenes a nivel individual y de grupo. Sin embargo, los médicos pueden no tener el tiempo, recursos, instalaciones o experiencia para realizar test de condición física (por ejemplo, el test de 20 metros de ida y vuelta) en el entorno clínico. Por lo tanto, creemos que la alternativa más factible y el objetivo futuro es que los test de condición física a nivel de la población se realicen en las escuelas e institutos, y que los resultados de los test y su interpretación se incorporen en las bases de datos del sistema sanitario y que formen parte de la historia clínica del individuo, que pueda ser consultada por los y las pediatras y los médicos/enfermeros de la escuela y/o instituto. Esta práctica se ha implantado a nivel regional en Galicia (DAFIS) (Iglesias-Soler et al., 2021), España, y a nivel nacional en países europeos como Eslovenia (SLOfit) (Jurak et al., 2020) y Finlandia (Move!, 2022).

Desde el ámbito educativo, la monitorización de la condición física forma parte de los planes de estudio de educación física en muchos países europeos, pero la mayoría de las y los educadores físico deportivos no tienen actualmente acceso a una herramienta fácil de usar y automática para interpretar los resultados de los test de condición física específicas para cada sexo y edad. Con nuestro artículo y la plataforma FitBack, pretendemos contribuir a una amplia implementación de la monitorización de la condición física en las escuelas e institutos europeos.

Desde el punto de vista deportivo, los valores de referencia pueden utilizarse para la elaboración de perfiles deportivos/atléticos y su seguimiento, así como para la identificación, el desarrollo y captación de talentos. Los jóvenes que tienen niveles de condición física por encima del percentil 90, pueden ser considerados talentosos en ciertos componentes de la condición física y se podría promover la participación deportiva para ellos y su familia (Rongen et al., 2018). Del mismo modo, los cambios en los niveles de condición física en respuesta a una intervención en el estilo de vida podrían seguirse comparando con los percentiles específicos por sexo y edad para identificar los cambios de desarrollo esperados, mejores o peores de lo esperado.



CONCLUSIONES

La actual evidencia científica sostiene la importancia de la evaluación de la condición física desde el punto de vista de la salud, la educación y el deporte. La y el educador físico deportivo puede interpretar fácilmente los valores del alumnado respecto a los valores europeos en el contexto de Educación Física. Además, se puede observar que componentes de la condición física se encuentran en valores saludables y cuáles deben ser mejorados. También, la herramienta puede ser utilizada para la captación de talentos o para la promoción de la práctica deportiva fuera del entorno escolar en base a los percentiles obtenidos en los distintos test. En definitiva, la plataforma FitBack permite hacer más accesible y viable la interpretación de los niveles de la condición física de forma individualizada por edad y sexo, lo que supone una potente herramienta disponible para las y los educadores físico deportivos en el ámbito de la educación física, de la salud y del entrenamiento deportivo en edades tempranas. El presente artículo muestra la base y método científico en el que se sustenta la plataforma FitBack, así como su utilidad y funcionalidad.

FINANCIACIÓN

Esta investigación ha sido cofinanciada por: el Programa de Deporte Erasmus+ de la Unión Europea en el marco del proyecto FitBack nº 613010-EPP-1-2019-1-SI-SPO-SCP; por la Agencia de Investigación de Eslovenia en el marco del programa de investigación Biopsicosocial en el contexto kinesiológico nº P5-0142; y por la Unidad Científica de Excelencia de Ejercicio, Nutrición y Salud (UCEENS) financiada por el Plan Propio de Investigación de la Universidad de Granada.

REFERENCIAS

- Artero, E. G., España-Romero, V., Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Suni, J., Castillo-Garzon, M. J., & Ruiz, J. R. (2011). Reliability of Field-Based Fitness Tests in Youth. *International Journal of Sports Medicine*, 32(03), 159–169. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1268488>
- Brazendale, K., Beets, M. W., Armstrong, B., Weaver, R. G., Hunt, E. T., Pate, R. R., Brusseau, T. A., Bohnert, A. M., Olds, T., Tassitano, R. M., Tenorio, M. C. M., Garcia, J., Andersen, L. B., Davey, R., Hallal, P. C., Jago, R., Kolle, E., Kriemler, S., Kristensen, P. L., ... van Sluijs, E. M. F. (2021). Children's moderate-to-vigorous physical activity on weekdays versus weekend days: a multi-country analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01095-x>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Cadenas-Sanchez, C., Migueles, J. H., Erickson, K. I., Esteban-Cornejo, I., Catena, A., & Ortega, F. B. (2020). Do fitter kids have bigger brains? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(12), 2498–2502. <https://doi.org/10.1111/sms.13824>
- Castro-Pinero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 934–943. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058321>
- Clarke, H. H. (1979). Academy approves physical fitness definition. *Physical Fitness Newsletter*, 25(9), 1.
- Cole, T. J., & Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: The lms method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11(10), 1305–1319. <https://doi.org/10.1002/sim.4780111005>
- Colley, R. C., Janssen, I., & Tremblay, M. S. (2012). Daily Step Target to Measure Adherence to Physical Activity Guidelines in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(5), 977–982. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31823f23b1>



- Commission, E. (2014). *EU Action Plan on Childhood Obesity 2014--2020. 1. A growing health challenge for the EU.*
- Council. (2013). *Council Recommendation of 26 November 2013 on promoting health-enhancing physical activity across sectors.*
- Csányi, T., Finn, K. J., Welk, G. J., Zhu, W., Karsai, I., Ihász, F., Vass, Z., & Molnár, L. (2015). Overview of the Hungarian National Youth Fitness Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 86(sup1), S3–S12. <https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1042823>
- De Miguel-Etayo, P., Gracia-Marco, L., Ortega, F. B., Intemann, T., Foraita, R., Lissner, L., Oja, L., Barba, G., Michels, N., Tornaritis, M., Molnár, D., Pitsiladis, Y., Ahrens, W., & Moreno, L. A. (2014). Physical fitness reference standards in European children: the IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 38(S2), S57–S66. <https://doi.org/10.1038/ijo.2014.136>
- Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., van Mechelen, W., & Pratt, M. (2016). The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *The Lancet*, 388(10051), 1311–1324. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30383-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30383-X)
- Durrleman, S., & Simon, R. (1989). Flexible regression models with cubic splines. *Statistics in Medicine*, 8(5), 551–561.
- Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C. M., Martínez-Gómez, D., Del-Campo, J., González-Galo, A., Padilla-Moledo, C., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2014). Independent and Combined Influence of the Components of Physical Fitness on Academic Performance in Youth. *The Journal of Pediatrics*, 165(2), 306-312.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.04.044>
- EU Working Group Sport & Health. (2008). EU physical activity guidelines–Recommended Policy Actions in Support of Health-Enhancing Physical Activity. *European Commission, 10 October*, Brussels. http://ec.europa.eu/sport/library/documents/c1/eu-physical-activity-guidelines-2008_en.pdf
- García-Hermoso, A., Ramírez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2019). Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Medicine*, 49(7), 1079–1094. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01098-6>
- Henriksson, P., Henriksson, H., Tynelius, P., Berglind, D., Löf, M., Lee, I.-M., Shiroma, E. J., & Ortega, F. B. (2019). Fitness and Body Mass Index During Adolescence and Disability Later in Life. *Annals of Internal Medicine*, 170(4), 230. <https://doi.org/10.7326/M18-1861>
- Henriques-Neto, D., Hetherington-Rauth, M., Magalhães, J. P., Correia, I., Júdice, P. B., & Sardinha, L. B. (2022). Physical fitness tests as an indicator of potential athletes in a large sample of youth. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 42(2), 88–95. <https://doi.org/10.1111/cpf.12735>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Iglesias-Soler, E., Rúa-Alonso, M., Rial-Vázquez, J., Lete-Lasa, J. R., Clavel, I., Giráldez-García, M. A., Rico-Díaz, J., Corral, M. R.-D., Carballeira-Fernández, E., & Dopico-Calvo, X. (2021). Percentiles and Principal Component Analysis of Physical Fitness From a Big Sample of Children and Adolescents Aged 6-18 Years: The DAFIS Project. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.627834>
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Allison, D. B., Kotler, D. P., & Ross, R. (2002). Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(4), 683–688. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.4.683>
- Jurak, G., Leskošek, B., Kovač, M., Sorić, M., Kramaršič, J., Sember, V., Đurić, S., Meh, K., Morrison, S. A., Strel, J., & Starc, G. (2020). SLOfit surveillance system of somatic and motor development of children and adolescents: Upgrading the Slovenian Sports Educational Chart. *AUC KINANTHROPOLOGICA*, 56(1), 28–40. <https://doi.org/10.14712/23366052.2020.4>
- Jurak, G., Morrison, S. A., Kovač, M., Leskošek, B., Sember, V., Strel, J., & Starc, G. (2021). A COVID-



- 19 Crisis in Child Physical Fitness: Creating a Barometric Tool of Public Health Engagement for the Republic of Slovenia. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.644235>
- Lang, J. J., Tomkinson, G. R., Janssen, I., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Léger, L., & Tremblay, M. S. (2018). Making a Case for Cardiorespiratory Fitness Surveillance Among Children and Youth. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 46(2), 66–75. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000138>
- Lang, J. J., Wolfe Phillips, E., Orpana, H. M., Tremblay, M. S., Ross, R., Ortega, F. B., Silva, D. A. S., & Tomkinson, G. R. (2018). Field-based measurement of cardiorespiratory fitness to evaluate physical activity interventions. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(11), 794–796. <https://doi.org/10.2471/BLT.18.213728>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Li, Y., Schoufour, J., Wang, D. D., Dhana, K., Pan, A., Liu, X., Song, M., Liu, G., Shin, H. J., Sun, Q., Al-Shaar, L., Wang, M., Rimm, E. B., Hertzmark, E., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Franco, O. H., & Hu, F. B. (2020). Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: prospective cohort study. *BMJ*, 16669. <https://doi.org/10.1136/bmj.16669>
- Lumley, T. (2011). *Complex surveys: a guide to analysis using R*.
- Mora-Gonzalez, J., Esteban-Cornejo, I., Solis-Urra, P., Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Molina-Garcia, P., Rodriguez-Ayllon, M., Hillman, C. H., Catena, A., Pontifex, M. B., & Ortega, F. B. (2020). Fitness, physical activity, sedentary time, inhibitory control, and neuroelectric activity in children with overweight or obesity: The ActiveBrains project. *Psychophysiology*, 57(6). <https://doi.org/10.1111/psyp.13579>
- Move! (22 de septiembre de 2022). Monitoring system for physical functional capacity. <https://www.opf.fi/en/education-and-qualifications/move-monitoring-system-physical-functional-capacity>
- Okely, A. D., Trost, S. G., Steele, J. R., Cliff, D. P., & Mickle, K. (2009). Adherence to physical activity and electronic media guidelines in Australian pre-school children. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 45(1–2), 5–8. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1754.2008.01445.x>
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Espana-Romero, V., Jimenez-Pavon, D., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L. A., Manios, Y., Beghin, L., Ottevaere, C., Ciarapica, D., Sarri, K., Dietrich, S., Blair, S. N., Kersting, M., Molnar, D., Gonzalez-Gross, M., Gutierrez, A., Sjostrom, M., & Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1), 20–29. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.062679>
- Ortega, F. B., Mora-Gonzalez, J., Cadenas-Sanchez, C., Esteban-Cornejo, I., Migueles, J. H., Solis-Urra, P., Verdejo-Román, J., Rodriguez-Ayllon, M., Molina-Garcia, P., Ruiz, J. R., Martinez-Vizcaino, V., Hillman, C. H., Erickson, K. I., Kramer, A. F., Labayen, I., & Catena, A. (2022). Effects of an Exercise Program on Brain Health Outcomes for Children With Overweight or Obesity. *JAMA Network Open*, 5(8), e2227893. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.27893>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Wärnberg, J., Gutiérrez, A., & Grupo AVENA. (2005). [Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study)]. *Revista Espanola de Cardiologia*, 58(8), 898–909. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16053823>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., Pietris, N., & Edwards, N. M. (2020). Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 142(7). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>



- Rigby, R. A., & Stasinopoulos, D. M. (2005). Generalized additive models for location, scale and shape (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 54(3), 507–554. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2005.00510.x>
- Rongen, F., McKenna, J., Copley, S., & Till, K. (2018). Are youth sport talent identification and development systems necessary and healthy? *Sports Medicine - Open*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0135-2>
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909–923. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.056499>
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Espana-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavon, D., Chillon, P., Girela-Rejon, M. J., Mora, J., Gutierrez, A., Suni, J., Sjostrom, M., & Castillo, M. J. (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(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.075341>
- Siquier Coll, J., Collado Martín, Y., Pérez Quintero, M., Bartolomé Sánchez, I., Grijota Pérez, F. J., Sánchez Puente, M., & Muñoz Marín, D. (2018). Estudio comparativo de las variables determinantes de la condición física y salud entre jóvenes deportistas y sedentarios del género masculino. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.1502>
- Staiano, A. E., Reeder, B. A., Elliott, S., Joffres, M. R., Pahwa, P., Kirkland, S. A., Paradis, G., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Body mass index versus waist circumference as predictors of mortality in Canadian adults. *International Journal of Obesity*, 36(11), 1450–1454. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.268>
- Stasinopoulos, D. M., & Rigby, R. A. (2007). Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software*, 23(7). <https://doi.org/10.18637/jss.v023.i07>
- Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9–17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1445–1456. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098253>
- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., Ortega, F. B., & Léger, L. (2017). International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1545–1554. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095987>
- World Health Organization. (2015). Physical activity strategy for the WHO European Region 2016–2025. *Organización Mundial de La Salud*, 1.