

Percentiles de la prueba de carrera de ida y vuelta 4x10 m en escolares de 9 a 17 años de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL

Lic. William Matiz
Estudiante de Maestría en Actividad Física y Salud
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad del Rosario
Bogotá D.C, Colombia

Dr. Robinson Ramírez-Vélez FT, PhD
Director de Tesis
Investigador Senior Colciencias
Centro de Investigación en Medición de la Actividad Física (CEMA)
Maestría en Actividad Física y Salud
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad del Rosario
Bogotá D.C, Colombia

Dr. Jorge Enrique Correa-Bautista FT, PhD
Co-director de Tesis
Centro de Investigación en Medición de la Actividad Física (CEMA)
Maestría en Actividad Física y Salud
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad del Rosario
Bogotá D.C, Colombia

Javier Martínez Torres FT, MSc
Asesor Nacional
Investigador Asociado Colciencias
Grupo de Investigación GICAEDS
Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación
Universidad Santo Tomas
Bogotá D.C, Colombia

RESUMEN

Objetivo: Este estudio describe los percentiles de la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m en escolares de 9 a 17 años, de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en niños colombianos. “FUPRECOL”

Métodos: Estudio descriptivo transversal, en 2502 varones (42.7%) y 3349 mujeres (57,2%), de edades entre 9 y 17 años, pertenecientes a 24 instituciones educativas del sector oficial, en Bogotá, Colombia. La velocidad/agilidad se evaluó con la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m (componente motor de la batería Fuprecol). Se calcularon los percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) y curvas centiles por el método LMS, según el sexo y la edad; y se realizó una comparación entre los valores de la velocidad-agilidad observados con estudios internacionales.

Resultados: La edad promedio de los participantes fue 12,7 (DE 2,4) años. Al comparar por sexos, los varones presentan un mejor rendimiento en la prueba de carrera 4 x 10 m que las mujeres. En varones, el P_{50} osciló entre 11,9 segundos y 13,1 segundos, mientras que en mujeres el P_{50} osciló entre 14,3 segundos y 15,0 segundos. Al comparar los resultados de este estudio por grupos de edades y sexos, con trabajos internacionales, el P_{50} fue mayor al reportado en los trabajos de España, Portugal y el estudio HELENA realizado en 9 países europeos. Esta misma tendencia fue observada al comparar la media y la desviación estándar con escolares de Argentina, Francia y el mismo estudio HELENA.

Conclusiones: Se registran percentiles de la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m en función de las edades y el sexo. Estos valores pueden ser utilizados tanto para evaluar los niveles de aptitud de los estudiantes como para detectar a estudiantes cuyos niveles de condición física están por debajo de un mínimo saludable.

Palabras clave: actividad motora, aptitud física, adolescente, niño, desarrollo infantil.

INTRODUCCIÓN

La condición física puede ser considerada como una medida integrada a las funciones corporales, que participan en la realización de actividad física (AF) o ejercicio físico (musculoesquelética, cardiorrespiratoria, hematocirculatoria, psiconeurológica, endocrino-metabólica y neuromuscular) (1). Esta última, también denominada capacidad motora (estimada mediante pruebas de velocidad/agilidad), permite llevar a cabo acciones motrices en el menor tiempo posible (2) y de manera precisa (3) (4). Recientemente, Esteban-Cornejo et al. (5) demostró en 2038 españoles de edades oscilantes entre 6 y 18 años que la capacidad motora se relacionaba con mejor rendimiento y habilidades cognitivas. En esta misma línea, Ericsson (6) encontró que la implementación de un programa de educación física, con énfasis en entrenamiento neuromotor, se asociaba con un incremento en la función cognitiva y desempeño académico en niños entre 6 y 9 años.

En complemento de lo anterior Adkins et al. (7) y Etnier et al. (8) han sugerido que las habilidades motoras inducen mayor sinaptogénesis, en parte por el incremento en los niveles plasmáticos del factor de crecimiento neurotrófico cerebral y receptores de tirosina quinasa, aunado a la reorganización de las representaciones de movimiento dentro de la corteza motora. En ese sentido varios estudios epidemiológicos han mostrado que la condición motora no solamente es un marcador de salud, tanto en niños como adolescentes (9) (10) (11), sino también es un indicador del rendimiento escolar;

por lo tanto, la inclusión de este componente de la salud en los sistemas de vigilancia epidemiológica en el ámbito educativo se justifica claramente (12).

Para acercarse a la medición de la capacidad motora, varios autores han sugerido pruebas de laboratorio y test de campo en niños y adolescentes (13) (14). Los test de laboratorio tienen la ventaja de que se realizan en unas condiciones muy controladas; sin embargo, su uso es limitado cuando se quiere evaluar la condición física, tanto en el contexto escolar como en estudios epidemiológicos. Los test de campo son una buena alternativa a los test de laboratorio por su fácil ejecución, bajo costo, ausencia de aparatos sofisticados, así como por el tiempo necesario para realizarlos. Además se puede evaluar a un gran número de niños de forma simultánea.

Entre los test de campo más referenciados se destacan la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m (4 x 10 m), la prueba de carrera de ida y vuelta 10 x 5, test de velocidad (10 x 5 m sprint) y el test específico para agilidad (agilidad de Illinois) (15). La prueba 4 x 10 m es una modificación de la prueba de 10 x 5 m sprint, descrita en la batería Eurofit (16), con múltiples ventajas, entre las que se destacan la ausencia de equipos sofisticados, el alto grado de validez y fiabilidad, el corto tiempo de ejecución, entre otras (17).

El contexto escolar es un ambiente ideal para las intervenciones con actividades físicas basadas en la población, en particular a quienes no tienen acceso, o lo tienen de modo limitado, a las áreas de juego (18). A pesar de que la mayoría de las escuelas imparten la educación física como parte de su programa de estudios, los niños y adolescentes suelen permanecer, relativamente, inactivos en ellas (19). Se ha descrito

que aproximadamente el 36 % de los escolares bogotanos cumplen las recomendaciones de actividad física, siendo mayor en el género masculino (42 % vs 36 %) (20).

Para identificar tempranamente a escolares con bajos niveles en la capacidad motora, que permita implementar intervenciones para promover comportamientos saludables, a fin de mejorar la condición física general, este estudio presenta los valores en percentiles y las cartas centílicas de la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m, en un grupo de escolares de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio Fuprecol. Como objetivo secundario se realiza la comparación de los valores obtenidos de este estudio con trabajos internacionales.

METODOS

Diseño y población

El presente trabajo forma parte del Estudio Fuprecol, cuya metodología completa ha sido publicada con anterioridad (21). Se trata de un estudio descriptivo transversal, realizado con 6954 escolares de primaria y secundaria entre 9 y 17 años de edad, matriculados en 18 colegios públicos en los años 2012 y 2013, residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2480 msnm), de la población convocada al estudio: 5851 escolares (84,1 % tasa de respuesta).

La muestra fue seleccionada por conveniencia, se excluyeron estudiantes con diagnóstico clínico de discapacidad física, sensorial e intelectual; enfermedades no transmisibles, como diabetes tipo 1 o 2; enfermedad cardiovascular; enfermedad autoinmune; cáncer; embarazo; abuso de alcohol o drogas y, en general, patologías que no estén relacionadas directamente con la nutrición. La exclusión efectiva se realizó *a posteriori*, sin conocimiento del participante, pero respetando su dignidad con ello.

Tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño muestral se usó la fórmula para estimar la prevalencia de sobrepeso en los escolares. Los supuestos que se usaron se basaron en N=546 000, p=0,10, e=0,8 %, con un porcentaje de pérdidas estimadas del 20 %.

$$n : \left(\frac{Z^{2\alpha/2} * p (1 - p) * N}{e^2 (N - 1) + Z^{2\alpha/2} * p (1 - p)} \right) * 1,20$$

Procedimientos

En primer lugar se entró en contacto con cada escuela para obtener la aprobación de su director y del Consejo Escolar. Ninguna de las escuelas invitadas se negó a participar. Posteriormente, se enviaron cartas informativas a los padres de los escolares seleccionados, con los objetivos del estudio; y se les solicitó autorización por escrito para la participación de su hijo (a) en él. Las pruebas se realizaron en cada institución educativa, en condiciones similares de tiempo y espacio, terreno plano, seco y con cómoda vestimenta. La prueba o que se utilizó para medir la velocidad-agilidad fue el test de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m. Donde cada participante realizó cuatro ciclos (ida y vuelta) a la máxima velocidad entre dos líneas separadas, a una distancia de diez metros, con transporte de 3 esponjas, alternadamente, en el menor tiempo posible. El recorrido total fue de 40 m, y se registró el tiempo máximo de los recorridos en una sola ejecución.

Posteriormente, el estado madurativo de los participantes se valoró con la metodología descrita por Tanner (22) mediante autodeclaración de la estadificación de maduración sexual, según dibujos estándar que distinguen las características de desarrollo genital y vello pubiano en chicos; y desarrollo mamario y vello pubiano en chicas. En población latina el reporte de Matsudo et al. (23) muestra coeficientes de concordancia que superan el 0,60 (*kappa de cohen*) entre la medición directa por médico pediatra y el autorreporte para mamas y vello pubiano en chicas (69.7–71.3 %); y genitales combinados con vello pubiano en chicos (60 %).

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y por la Resolución 008439 de 1993, del Ministerio de Salud de Colombia, que regula la investigación clínica en humanos. Antes del comienzo del estudio fue explicado detalladamente, y se solicitó conformidad previa por escrito de cada niño o adolescente, y de su padre/madre o tutor (a), además del permiso otorgado por autoridades de las escuelas participantes en el estudio. El proyecto Fuprecol fue sometido a valoración, y ha obtenido la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos, de las universidades participantes (UR N° CEI-ABN026-000262).

Análisis estadístico

En primer lugar se realizó un análisis exploratorio para las variables de interés (medidas de tendencia central y de dispersión para variables cuantitativas), frecuencias relativas (para variables cualitativas). Estadísticos descriptivos (medias y SD), se calcularon por grupo etéreo (año de edad); se aplicaron pruebas para determinar normalidad (Kolmogorov-Smirnov), pruebas de homogeneidad (Levene) y análisis de la varianza (Anova), para obtener diferencias por grupos. Estos procedimientos se realizaron en el paquete estadístico SPSS, versión 20 para Windows. Se tomaron como significativos $p < 0,05$. La estimación de los percentiles y la construcción de las cartas centílicas se realizó con el método LMS, mediante el cual se producen tres curvas suavizadas y específicas para cada edad: L (transformación Box-Cox), M (mediana) y S (coeficiente de variación); se elaboran curvas para los percentiles P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97} para niñas y niños; el programa LMS chartmaker Pro versión 4,2 se usó para realizar ese procedimiento.

RESULTADOS

La muestra fue constituida por 2502 varones (42.7%) y 3349 mujeres (57,2%), entre 9 y 17 años, pertenecientes a 24 instituciones educativas oficiales de Bogotá, Colombia. En la población general la edad media fue $12,7 \pm 2,4$ años; el peso corporal, $44,6 \pm 12,3$ kg; y la estatura $1,49 \pm 0,12$ m. En lo que respecta al estadio madurativo, la mayor proporción de chicos se encontraron en los Estadios II (37,2 %) y III (27,8 %), mientras que en la chicas el Estadio III (30,2 %) y IV (28,8 %), fueron los de mayor frecuencia. En todos los grupos de edad el análisis Anova mostró que los varones tenían mayores valores de estatura, que las mujeres; mientras que ellas presentaban mayores valores en las pruebas de desempeño motor, $p < 0,01$ (tabla 1).

**** Insertar Tabla 1 ****

En la figura 1 se presentan las curvas centiles (de abajo hacia arriba: P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) y sus equivalentes numéricos (tabla 2), de la prueba de ida y vuelta 4 x 10 m en la población escolar de Bogotá, D.C., Colombia. En este estudio se observa que los varones presentan un mejor rendimiento en la prueba de carrera 4 x 10 m, con tendencia de mejor desempeño (entendido como menor tiempo) a medida que aumenta la edad; contrario a las mujeres, que muestran una tendencia constante y lineal en todos los grupos de edad. En mujeres el P_{50} osciló entre 14,3 segundos y 15,0 segundos, mientras que en varones el P_{50} osciló entre 11,9 segundos y 13,1 segundos.

**** Insertar Figura 1 y Tabla 2 ****

**** Insertar Tabla 3 ****

Por último, en la tabla 3 se comparan los valores del Percentil 50 (P_{50}), Media y

Desviación Estándar (DE) de este estudio (por grupos de edad y sexo), con datos de otros estudios internacionales con población infantil y adolescente. El P₅₀ fue mayor al reportado en los trabajos de España, Portugal y el estudio HELENA realizado en 9 países europeos. Esa misma tendencia fue observada al comparar la media y la DE con los reportes de Argentina, Francia y el mismo estudio HELENA.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue describir los percentiles de la prueba de carrera de ida y vuelta 4 x 10 m en escolares de 9 a 17 años, de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio Fuprecol. Recientemente, se ha comenzado a estudiar la medición de la condición neuromuscular como un marcador benéfico que se relaciona inversamente con la presencia de enfermedades no transmisibles desde etapas tempranas de la vida (24), (25), (26). Asimismo, varios estudios revelan que mejores niveles de velocidad/agilidad se asocian con una mejor salud ósea en la infancia, y son también predictores de acumulación de masa ósea en etapas posteriores de la vida (27) (28)

Los resultados de este trabajo muestran similar tendencia por sexo y edad, con reportes internacionales (29) (30) (31) (32) (33). Es decir, el tiempo registrado disminuye a medida que los escolares aumentan su edad; y al diferenciarse por sexo, los varones muestran mejores tiempos que las mujeres, resultado que coincide con los reportes de escolares provenientes de Portugal (29), España (30), Argentina (31) y Francia (32). Al igual que en otros estudios europeos y de Suramérica, se ha informado que antes de la pubertad no existen diferencias en la condición neuromuscular por sexo, a pesar de que otros estudios han constatado que esas diferencias podrían deberse a características morfológicas (diferente somatotipo) (34) y características fisiológicas (como diferencias en la eficiencia mecánica, o utilización fraccional) (35).

Cabe destacar en las gráficas de curvas centílicas que un pequeño grupo de escolares bogotanos, en ambos sexos, que se encuentran sobre el P_{75} , tienden a empeorar notablemente su velocidad/agilidad después de los 13 años. Esto, seguramente, está asociado a la disminución de la actividad física por el aumento de la naturaleza sedentaria en los comportamientos sociales y ambientales de la población actual (36). Eso podría explicarse por la influencia del crecimiento en la pubertad, factores neuroendocrinos y hormonales bajo control genético.

Aquellos escolares que se encuentran por encima del P_{75} , son individuos que, muy posiblemente, estarán propensos a apariciones de enfermedades osteomusculares a más temprana edad, como la sarcopenia u osteopenia (31); por lo tanto, necesitan un programa efectivo de prevención por medio de la promoción de la actividad física. Se ha descrito que mayores valores en las pruebas de velocidad/agilidad en niños y adolescentes se han relacionado fuertemente con el estado de salud actual y futuro, los valores correspondientes al P_{75} se podrían utilizar empíricamente, como un umbral por debajo del cual el nivel de condición física se podría considerar patológica (30). De la misma manera, hipotéticamente, se puede inferir que aquellos escolares que se encuentran por debajo del P_{10} son los escolares con mejor rendimiento físico en el componente neuromuscular (25). Por razones como el acceso al total de la población y la posibilidad de realización de las pruebas necesarias para la correcta evaluación de la condición física, consideramos que el medio educativo es el entorno más adecuado para ampliar y mejorar los procesos de prevención y promoción de la salud desde la educación, identificando a aquellos sujetos con una baja condición neuromuscular y

constituir un medio determinante para fomentar la adopción de estilos de vida activos, señalando la importancia de la cantidad e intensidad de la actividad física que se realice.

Es necesario ampliar la oferta de actividad físico-deportiva extraescolar, especialmente la dirigida a las mujeres pre-púberes y adolescentes. Además se deben hacer esfuerzos para facilitar la práctica de actividad física a los escolares, de tal manera que puedan tener mayor disponibilidad de instalaciones deportivas, circuitos de *jogging*, vías verdes, pistas finlandesas y carriles para bicicleta. Por otra parte, es fundamental concienciar a los padres, educadores y agentes sociales de la necesidad de instaurar hábitos de práctica físico-deportiva en los niños y adolescentes, y proporcionarles las competencias necesarias para realizar dichas actividades de manera regular y segura en su tiempo libre. Recientemente, Rodríguez-Valero et al. (37) plantearon que la actividad física y la condición física baja se asocian de forma independiente con ciertos factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes colombianos (38). Adicionalmente, el incremento en prevalencia de dietas hipercalóricas y los bajos niveles de actividad física observada en niños colombianos contribuyen al depósito del tejido graso en las áreas abdominal y visceral, en población joven. En ese sentido se necesitan trabajos de investigación donde se evidencie la socialización de la información recolectada en la comunidad académica, incluyendo directivas, docentes y padres de familia, que con información contundente y estrategias pedagógicas y didácticas puedan generar cambios en hábitos y actitudes frente al estilo de vida, el sedentarismo y las prácticas de alimentación. También estudios que incluyan, además de la medición de la composición corporal, determinantes ecológicos, o del contexto de la actividad física, como el acceso a los espacios de juego, establecimientos, disponibilidad de equipos, la

ingesta dietética, el tabaquismo y el estrato socioeconómico, para comprender la multitud de factores que pueden influir en la composición corporal y estado nutricional de los escolares evaluados (39)

Las principales limitaciones del presente estudio son las inherentes a su carácter transversal y tipo de muestreo. No fueron incluidas otras variables potencialmente influyentes en la condición musculoesquelética, tales como la etnia, nivel socioeconómico, estatus nutricional, niveles de actividad física u otros componentes de la condición física. Entre las fortalezas se encuentra que se trabajó con una muestra poblacional numerosa, en ambos sexos, lo que ofrece nuevas perspectivas acerca del estado neuromuscular de los escolares de Bogotá, Colombia, que deberán ser tenidas en cuenta por los agentes involucrados en los ámbitos de planificación, decisión y ejecución de las políticas educativas y de salud.

En opinión de los autores se postula la promoción de hábitos y estilos de vida de los estudiantes, las autoridades educativas y de salud, de manera que puedan incorporar programas supervisados de actividad física de intensidad moderada-vigorosa, que podría tener lugar durante los recreos, o antes, o después del horario escolar. Esos programas deben incluir actividades lúdico-recreativas, deportes, bailes y actividades al aire libre. Sería deseable que esos programas incluyan, además, intervenciones que fueran más allá para mejorar otros aspectos del estilo de vida saludable, como los hábitos alimentarios, o los desplazamientos activos de casa al colegio y viceversa.

En conclusión: este estudio muestra por primera vez cartas y valores de referencia discriminados por edad y sexo del componente de velocidad/agilidad, como un insumo a

los agentes involucrados en los ambientes del deporte y de la actividad física en el ámbito escolar. Esos valores pueden ser utilizados tanto para evaluar los niveles de aptitud de los estudiantes como para detectar a estudiantes cuyos niveles de condición física están por debajo de un mínimo saludable y generar estrategias que permitan realizar una intervención oportuna para contrarrestar los efectos deletéreos de bajos niveles de actividad física.

FINANCIACIÓN

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N° 122265743978.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a los estudiantes de maestría en Actividad Física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CEMA), a los doctores Robinson Ramírez y Jorge Correa por su acompañamiento y asesoramiento, y a los jóvenes investigadores del Grupo GICAEDS por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico y tecnológico para las mediciones de campo.

Bibliografía

1. Del Campo Vecino J. El desarrollo y la evaluación de las capacidades coordinativas del balonmano. Propuesta metodológica para la iniciación deportiva. [Online].; 2001 [cited 2015 Agosto 21. Available from: <http://goo.gl/yjAdAS>.
2. Pate R. The evolving definition of physical fitness. *Quest*. 1988; 40(3): p. 174-9.
3. Bianco A, Jemni M, Thomas E, Patti A, Paoli A, Ramos Roque J, et al. A systematic review to determine reliability and usefulness of the field-based test batteries for the assessment of physical fitness in adolescents - The ASSO Project. *Int J Occup Med Environ Health*. 2015; 28(3): p. 445-78.
4. Draper J, Lancaster M. The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *J Sci Med Sport*. 1985; 17(1): p. 15-8.
5. Esteban-Cornejo I, Tejero-González C, Martínez-Gómez D, del-Campo J, González-Galo A, Padilla-Moledo C, et al. Independent and combined influence of the components of physical fitness on academic performance in youth. *J Pediatr*. 2014; 165(2): p. 306-12.
6. Ericsson I. Motor skills, attention and academic achievements. an intervention study in school years 1-3. *Br Educ Res J*. 2008; 34(3): p. 301-13.
7. Adkins D, Boychuk J, Remple M, Kleim J. Motor training induces experience-specific patterns of plasticity across motor cortex and spinal cord. *J Appl Physiol*. 2006; 101(6): p. 1776-82.
8. Etnier J, Salazar W, Landers D, Petruzzello S, Han M, Nowell P. The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol*. 1997; 19: p. 249-77.
9. Ramírez-Vélez R, Meneses-Echavez J, González-Ruíz K, Correa J. Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp*. 2014; 30(4): p. 769-75.
10. Eckman M, Gigliotti C, Sutermeister S, Butler P, Mehta K. Using handgrip strength to screen for diabetes in developing countries. *J Med Eng Technol*. 2016; 40(1): p. 8-14.
11. Blair S, Kohl H, Paffenbarger R, Clark D, Cooper K, Gibbons L. Physical fitness and

- all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 262(17): p. 2395-401.
12. Bass R, Brown D, Laurson K, Coleman M. Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta Paediatr.* 2013; 102(8): p. 832-7.
 13. Ruiz J, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero E, Ortega F, Cuenca M, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med.* 2011; 45(6): p. 518-24.
 14. Castro-Piñero J, Artero E, España-Romero V, Ortega F, Sjöström M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2010; 44(13): p. 934-43.
 15. Pino-Ortega. R, de la Cruz-Sánchez J., Martínez-Santos E. Health-related fitness in school children: Compliance with physical activity recommendations and its relationship with body mass index and diet quality. *Arch Latinoam Nutr.* 2010; 60(4): p. 374-9.
 16. Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research. Eurofit: Handbook for the Eurofit tests of physical fitness. Strasbourg: Council of Europe, Committee for the Development of Sport. 1993.
 17. Kemper H, de Vente W, van Mechelen W, Twisk J. Adolescent motor skill and performance: Is physical activity in adolescence related to adult physical fitness? *Am J Hum Biol.* 2001; 13(2): p. 180-9.
 18. Gualteros J, Torres J, Umbarila-Espinosa L, Rodríguez-Valero F, Ramírez-Vélez R. A lower cardiorespiratory fitness is associated to an unhealthy status among children and adolescents from Bogotá, Colombia.. *Endocrinol Nutr.* 2015; 62(9): p. 437-46.
 19. Martin A, Saunders D, Shenkin S, Sproule J. Lifestyle intervention for improving school achievement in overweight or obese children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 14(3): p. CD009728.
 20. Prieto-Benavidez D, Ramírez-Velez R, Correa-Bautista J. Niveles de actividad física, condición física y tiempo en pantallas en escolares de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp.* 2015; 32(5): p. 2184-92.
 21. Ramírez-Velez R, Rodrigues-Bezerra D, Correa-Bautista J, Izquierdo M, Lobelo F.

- Reliability of Health-Related Physical Fitness Tests among Colombian Children and Adolescents: The FUPRECOL Study. *PLoS One*. 2015; 10(10): p. e0140875.
22. Tanner J. Growth at adolescence. Segunda ed. Publications BS, editor.: Oxford : ; 1962.
 23. Matsudo S, Matsudo V. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol*. 1994; 6(4): p. 451-5.
 24. Mendes R, Sousa N, Barata J. Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription. *Br J Sports Med*. 2011; 24(6): p. 1025-30.
 25. Bustamante A, Beunen G, Maia J. Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2012; 29(2): p. 188-97.
 26. Janz K, Dawson J, Mahoney L. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *Int J Sports Med*. 2002; 23(S2): p. 15-23.
 27. Artero E, España-Romero V, Ortega F, JPD, Ruiz J, Vicente-Rodríguez G, et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(3): p. 418-27.
 28. Ruiz J, Castro-Piñero J, Artero E, Ortega F, Sjöström M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009; 43(12): p. 909-23.
 29. Roriz De Oliveira M, Seabra A, Freitas D, Eisenmann J, Maia J. Physical fitness percentile charts for children aged 6-10 from Portugal. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014; 54(6): p. 780-92.
 30. Ortega F, Ruiz J, Castillo M, Moreno L, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58(8): p. 898-909.
 31. Secchi J, García G, España-Romero V, Castro-Piñero J. Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la

- batería ALPHA. Archivos argentinos de pediatría. 2014; 112(2): p. 132-40.
32. Nassif H, Sedeaud A, Abidh E, Schipman J, Tafflet M, Deschamps T, et al. Monitoring fitness levels and detecting implications for health in a French population: an observational study. *BMJ Open*. 2012; 29(5): p. e001022.
 33. Ortega , FB , Artero EG RJ, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodriguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011; 45(1): p. 20-9.
 34. Marta C, Marinho D, Barbosa T, Izquierdo M, Marques M. Physical fitness differences between prepubescent boys and girls. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(7): p. 1756-66.
 35. Krahenbuhl G, Skinner J, Kohrt W. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exerc Sport Sci Rev*. 1985; 13: p. 503-38.
 36. Pate R, O'Neill J, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev*. 2008; 36(4): p. 173-8.
 37. Rodríguez Valero F, Gualteros J, Torres J, Umbarila Espinosa L, Ramírez-Velez R. Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá. *Nutr Hosp*. 2015; 32(4): p. 1559-66.
 38. González S, Sarmiento O, Cohen D, Camargo D, Correa J, Páez D, et al. Results From Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*. 2014; 11(Suppl 1): p. S33-44.
 39. Ramírez-Vélez R, Suárez-Ortegón M, Aguilar de Plata A. Association between adiposity and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Endocrinol Nutr*. 2011; 58(9): p. 457-63.

Tabla 1. Características antropométricas de los escolares evaluados

Edad/sexo	N	Peso (kg)	Estatura (m)	4 x 10 m	Etapas Tanner I-V (%)
Mujeres					
9-9.9	176	32.4 ± 7.6	1.35 ± 0.08	15.1 ± 1.7	56/25/19/1/0
10-10.9	395	35.0 ± 7.8	1.38 ± 0.08	15.1 ± 1.9	39/39/20/2/0
11-11.9	350	38.1 ± 8.0	1.43 ± 0.08	14.7 ± 1.6	22/38/33/7/0
12-12.9	282	43.0 ± 9.1	1.48 ± 0.08	14.6 ± 1.6	9/28/46/17/1
13-13.9	291	47.5 ± 9.6	1.52 ± 0.07	14.7 ± 2.2	3/17/46/32/2
14-14.9	277	51.5 ± 9.2	1.54 ± 0.07	14.8 ± 2.1	1/6/42/45/5
15-15.9	294	52.8 ± 8.8	1.55 ± 0.07	14.8 ± 2.0	1/3/23/59/13
16-16.9	251	54.0 ± 9.0	1.56 ± 0.06	15.0 ± 2.3	0/2/16/69/14
17-17.9	186	55.8 ± 9.6	1.57 ± 0.07	14.7 ± 2.1	1/0/18/62/18
Varones					
9-9.9	240	32.4 ± 8.0	1.34 ± 0.07	14.4 ± 1.7*	15/71/12/1/1
10-10.9	595	34.4 ± 8.6	1.37 ± 0.07	14.0 ± 1.6*	14/68/15/3/0
11-11.9	558	36.7 ± 8.5*	1.41 ± 0.08*	14.0 ± 1.7*	8/73/16/3/1
12-12.9	366	40.8 ± 9.1*	1.46 ± 0.08*	13.7 ± 1.7*	5/50/38/6/0
13-13.9	324	45.7 ± 9.9*	1.53 ± 0.09	13.4 ± 1.7*	2/26/47/22/3
14-14.9	399	49.9 ± 10.0*	1.58 ± 0.09*	13.3 ± 2.1*	1/17/43/31/8
15-15.9	358	54.1 ± 10.4	1.62 ± 0.09*	12.9 ± 1.9*	0/5/36/45/13
16-16.9	302	57.3 ± 8.7*	1.66 ± 0.08*	13.0 ± 2.4*	0/5/21/55/19
17-17.9	207	60.7 ± 10.6*	1.68 ± 0.08*	12.5 ± 2.0*	2/3/18/52/25

*p<0,01. Diferencias por grupo de edad y sexo con prueba ANOVA de dos vías.

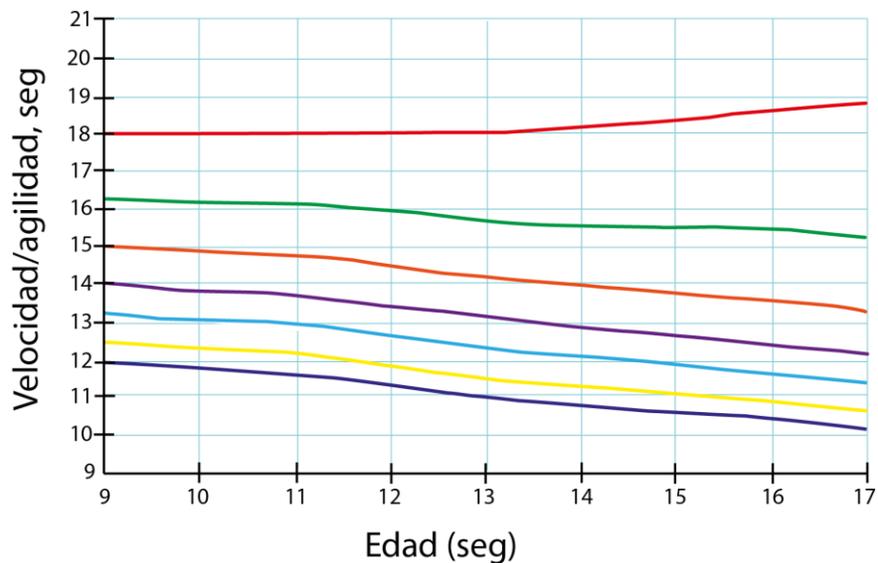
Tabla 2. Distribución por percentiles de la prueba 4 x 10 m en función al sexo y edad

	N	Media	DE	P₃	P₁₀	P₂₅	P₅₀	P₇₅	P₉₀	P₉₇
Mujeres										
9-9.9	240	15,1	1,7	12,2	13,3	14,0	14,9	15,9	17,3	18,4
10-10.9	595	15,1	1,9	12,5	13,2	14,0	15,0	16,1	17,1	18,9
11-11.9	558	14,7	1,6	12,3	13,0	13,7	14,5	15,5	16,6	17,9
12-12.9	366	14,6	1,6	12,3	13,0	13,6	14,4	15,3	16,5	19,2
13-13.9	324	14,7	2,2	11,7	12,3	13,2	14,3	15,7	17,3	19,5
14-14.9	399	14,8	2,1	11,7	12,8	13,4	14,4	15,8	17,4	20,1
15-15.9	358	14,8	2,0	11,7	12,6	13,6	14,5	15,8	17,4	19,7
16-16.9	302	15,0	2,3	12,0	12,7	13,4	14,5	16,1	18,0	21,0
17-17.9	207	14,7	2,1	11,6	12,5	13,4	14,3	16,0	17,4	20,0
Varones										
9-9.9	176	14,4	1,7	11,8	12,7	13,3	14,1	15,0	16,4	18,6
10-10.9	395	14,0	1,6	11,8	12,4	13,0	13,8	14,8	15,8	17,5
11-11.9	350	14,0	1,7	11,7	12,4	12,9	13,8	14,7	16,2	17,9
12-12.9	282	13,7	1,7	11,4	12,0	12,6	13,4	14,3	15,8	17,9
13-13.9	291	13,4	1,7	11,0	11,5	12,2	13,1	14,1	15,6	18,0
14-14.9	277	13,3	2,1	10,7	11,5	12,0	12,9	14,0	15,7	19,3
15-15.9	294	12,9	1,9	10,7	11,1	11,7	12,5	13,7	15,0	18,5
16-16.9	251	13,0	2,4	10,3	10,9	11,5	12,3	13,6	15,5	19,4
17-17.9	186	12,5	2,0	10,1	10,6	11,3	11,9	12,9	15,0	18,4

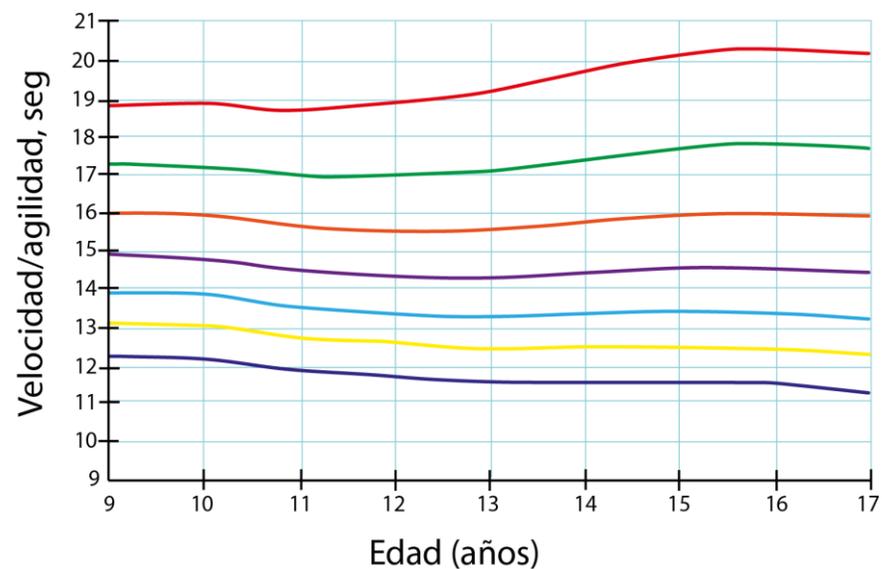
Tabla 3. Comparación del Percentil 50, Media o Desviación Estándar (DE) del test 4 x 10 m con estudios internacionales

	FUPRECOL Colombia Media ± DE (P₅₀)	Argentina (31) Media ± DE	España (30) P₅₀	HELENA Europa (33) Media ± DE (P₅₀)	Portugal (29) (P₅₀)	Francia (32) Media ± DE
Mujeres	n = 5.851	n = 915	n = 2.859	n = 3.428	n = 3.804	n = 25.990
9-9.9	15.1 ± 1.7 (14.9)	-	-	-	13.8	
10-10.9	15.1 ± 1.9 (15.0)	-	-	-	13.3	12.9 ± 1.1
11-11.9	14.7 ± 1.6 (14.5)	13.3 ± 1.8	-	-	-	
12-12.9	14.6 ± 1.6 (14.4)	13.3 ± 1.5	-	-	-	
13-13.9	14.7 ± 2.2 (14.5)	13.2 ± 1.3	12.4	12.9 ± 1.2 (12.8)	-	
14-14.9	14.8 ± 2.1 (14.4)	13.1 ± 1.5	12.3	12.9 ± 1.4 (12.7)	-	12.2 ± 1.2
15-15.9	14.8 ± 2.0 (14.3)	13.1 ± 1.2	12.0	12.7 ± 1.3 (12.7)	-	
16-16.9	15.0 ± 2.3 (14.5)	12.8 ± 1.1	12.1	12.8 ± 1.1 (12.6)	-	
17-17.9	14.7 ± 2.1 (14.5)	12.9 ± 1.2	12.5	12.6 ± 1.0 (12.6)	-	
Varones						
9-9.9	14.4 ± 1.7 (14.1)	-	-	-	13.6	
10-10.9	14.0 ± 1.6 (13.8)	-	-	-	13.3	12.2 ± 1.1
11-11.9	14.0 ± 1.7 (13.8)	12.2 ± 1.8	-	-	-	
12-12.9	13.7 ± 1.7 (13.4)	12.4 ± 2.1	-	-	-	
13-13.9	13.4 ± 1.7 (13.1)	11.6 ± 1.1	-	12.1 ± 1.2 (12.0)	-	
14-14.9	13.3 ± 2.1 (12.9)	11.6 ± 1.5	11.5	11.8 ± 1.1 (11.7)	-	11.3 ± 1.3
15-15.9	12.9 ± 1.9 (12.5)	11.2 ± 1.3	11.1	11.4 ± 1.1 (11.2)	-	
16-16.9	13.0 ± 2.4 (12.3)	10.7 ± 1.1	10.8	11.1 ± 1.0 (10.9)	-	
17-17.9	12.5 ± 2.0 (11.9)	10.9 ± 1.1	10.8	11.0 ± 1.2 (10.9)	-	

Figura 1. Curvas centiles (de abajo hacia arriba: P3, P10, P25, P50, P75, P90, P97) de velocidad-agilidad de la población escolar de Bogotá, D.C., Colombia.



Varones



Mujeres