

PERCENTILES DE FLEXIBILIDAD EN ESCOLARES DE BOGOTÁ, D.C.: ANALISIS
SECUNDARIO DEL ESTUDIO FUPRECOL

María Isabel Garavito Abella¹
Robinson Ramírez-Vélez FT, PhD¹
Jorge Enrique Correa-Bautista FT, MSc, PhD¹
María Andrea Domínguez-Sánchez FT, MSc²

¹ Centro de Estudios para la Actividad Física y Salud CEMA. Maestría en Actividad Física y Salud; Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud; Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.

² Grupo de Investigación Movimiento Corporal Humano. Grupo de investigación Neuroscience Traslational Lab. Facultad de Enfermería y Rehabilitación. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia

RESUMEN

Objetivo: Determinar valores centíles de flexibilidad para niños y niñas de 9 a 17 años de Bogotá, D.C., Colombia.

Métodos: Estudio transversal en 7780 niños, niñas y adolescentes escolares de 9 a 17,9 años. Muestreo por conveniencia en 24 colegios públicos de Bogotá D.C. Flexibilidad medida con el test *Sit-and-Reach*. Análisis secundario del estudio FUPRECOL.

Resultados: Se establecen valores normativos por edad y sexo, expresados en percentiles P^3 , P^{10} , P^{25} , P^{50} , P^{75} , P^{90} y P^{97} . Las mujeres presentan ligeramente mayor desempeño en todas las edades que los varones. En la infancia se encuentran mejores resultados en los primeros percentiles; sin embargo, es en la adolescencia cuando se registran los mayores aumentos entre percentiles. Media de flexibilidad 20,2 cm en hombres y 22,6 cm en mujeres.

Conclusiones: Estos resultados proporcionan los primeros valores de referencia en flexibilidad por edad y sexo para escolares de Bogotá, D.C. Colombia, como herramienta útil para la determinación de la condición de salud musculoesquelética y en conjunto con otros indicadores de la condición de salud general.

Palabras clave: niño, adolescente, actividad física, condición física, rango de movimiento, elasticidad, flexibilidad.

SUMMARY

Objective: To determine flexibility centile values for boys and girls from 9 to 17 years of age in Bogotá, D.C., Colombia.

Methods: Cross-sectional study in 7780 school children and adolescents from 9 to 17.9 years old. Sampling for convenience in 24 public schools in Bogotá D.C. Flexibility measured with the *Sit-and-Reach Test*. Secondary analysis of the FUPRECOL Study.

Results: Normative values are established by age and sex, expressed in percentiles P^3 , P^{10} , P^{25} , P^{50} , P^{75} , P^{90} and P^{97} . Women present slightly higher performance at all ages than men. In childhood, better results are found in the first percentiles; however, it is in adolescence when the greatest increases between percentiles are recorded. Average flexibility for men 20.2 cm and 22.6 cm for women.

Conclusions: These results provide the first reference values in flexibility for age and sex for schoolchildren in Bogotá, D.C. Colombia, as a useful tool for the determination of the musculoskeletal health condition and in conjunction with other indicators of the general health condition.

Key words: child, adolescent, motor activity, physical fitness, range of motion, elasticity, flexibility, pliometry.

INTRODUCCIÓN

La condición física relacionada con la salud (CFRS) se define como la capacidad que posee un individuo de desempeñarse óptima y vitalmente en la ejecución de sus actividades cotidianas, el disfrute pleno de actividades de ocio y la posibilidad de respuesta física frente a eventos inesperados (1,2). Se ha descrito como un aspecto fundamental en la prevención de enfermedades (1), fuerte marcador de salud al establecer características de la condición de salud cardiovascular, respiratoria, metabólica, musculoesquelética y mental-cognitiva e identificada como un aspecto determinante del estado funcional y el estilo de vida (3).

En poblaciones de niños y adolescentes la CFRS ha reportado utilidad en la descripción de comportamientos saludables, en la determinación de factores que influyen la aptitud física y como factor relacionado con estilos de vida saludable en la vida adulta, como la práctica de actividad física (4). La evaluación de parámetros de CFRS en población pediátrica también ha sido utilizado como una estrategia de vigilancia epidemiológica para la detección temprana de riesgo frente a enfermedades crónicas no transmisibles (2); es así como importantes estudios poblacionales en adolescentes europeos (3–8) establecen la relación entre aspectos de la composición corporal y de las capacidades aeróbica, musculoesquelética y motora como predictores del riesgo cardiovascular concluyendo que la capacidad cardiovascular está más determinada por la condición física que por procesos propios de la maduración sexual y la adiposidad (8). Estos estudios también determinan mejor desempeño del sexo masculino en los componentes *cardiovascular*, *resistencia*, *fuerza muscular* y *velocidad/agilidad* mientras que las niñas destacan en el componente de *flexibilidad* y *balance* o equilibrio (9–13).

La *flexibilidad* como componente de la CFRS se refiere a la compleja dinámica que permite a una articulación la capacidad funcional de moverse en su rango completo de movimiento sin incurrir en dolor o limitar la ejecución (9–11); dinámica determinada por la actividad intrínseca de los tejidos conectivos y el tejido muscular, modulada por el sistema nervioso (12) e influenciada por acción hormonal del sistema endocrino (13). En niños, niñas y

adolescentes los procesos propios del desarrollo y la maduración sexual determinan particularidades de la *flexibilidad* permitiendo describir características de la condición articular, muscular y también como medida indirecta de la condición de salud cardiovascular (14).

Estudios concluyen que mantener buenos niveles de flexibilidad en la etapa juvenil se relaciona con reducción de riesgo de lesiones, prevención de pérdida de función muscular, disminución del riesgo de patología espinal y mejor desempeño en la movilidad articular y coordinación, incluso en la etapa adulta (15,16). En contraste se ha demostrado que pobres o excesivos niveles de flexibilidad se constituyen en factor de riesgo para el desarrollo de lesiones y una pobre salud osteomuscular (17–19).

Estudios poblacionales en el ámbito mundial han determinado valores percentiles de la flexibilidad en conjunto con otras componentes de la condición física haciendo uso de protocolos variados de medición que incorporan medidas directas e indirectas, entre las que se destacan la *goniometría* y el test de *Sit and Reach* y el *Back saber Sit and Reach* (20–22). En el ámbito nacional estudios locales de población escolar en municipios de Córdoba y Valle del Cauca han realizado acercamientos a la medición de la flexibilidad como componente de la condición física (23–26) planteando la descripción de valores centiles que, sin embargo, no pueden ser extrapolados a otras poblaciones. La investigación que relaciona a la flexibilidad como indicador de salud y las características de su evaluación e intervención en el campo de la salud pública en población infantil y adolescente aún es precaria.

El estudio que se presenta tuvo por objetivo, determinar valores de referencia en percentiles de flexibilidad para población escolar de 9 a 17,9 años de Bogotá, D.C., Colombia, con el propósito de aportar en el conocimiento de esta capacidad, facilitando parámetros que permitan su promoción como parte integral de los componentes de la CFRS en población infantil y adolescente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y muestra del estudio

El presente es un estudio descriptivo, de corte transversal, a partir de un análisis secundario del estudio *FUPRECOL* (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) (27–30). La población convocada fue de 9.067 escolares de educación primaria y secundaria entre 9 y 17,9 años matriculados en 24 instituciones educativas entre los años 2014 y 2015, residentes en el área metropolitana de Bogotá, D.C., Colombia (2.480 msnm) la tasa de respuesta fue de 85,8% estableciendo la muestra en 7.780 escolares, de quienes 4.427 fueron niñas (57%). Muestreo por conveniencia con distribución geográfica no aleatoria.

Todos los estudiantes pertenecían a la posición socioeconómica nivel bajo-medio (estrato 1-3) según el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN). Se excluyeron individuos con diagnóstico de discapacidad física, sensorial o intelectual, diabetes tipo 1 o 2, enfermedad cardiovascular, enfermedad autoinmune, cáncer, embarazo y abuso de alcohol o drogas. La exclusión efectiva se realizó a posteriori, sin conocimiento del participante.

Procedimientos e instrumentos

Previo consentimiento del comité de ética de la Universidad del Rosario y aprobación del protocolo por autoridades y consejos directivos de los 24 colegios participantes, el objetivo del estudio fue explicado detalladamente a estudiantes, padres de familia y acudientes; los individuos que optaron por la participación voluntaria fueron instados a diligenciar el consentimiento y asentimiento informado, luego de resolver todas las inquietudes y preguntas. Entre el periodo comprendido entre los años 2014 y 2015 un equipo de evaluadores entrenados en la batería FUPRECOL con la colaboración de los profesores de

educación física administró y registró la información en los escenarios acondicionados en cada institución.

Para la evaluación de la flexibilidad lumbar y de miembros inferiores se aplicó el protocolo del test *Sit and Reach* (31) validando su confiabilidad con un error sistemático con una diferencia de media: -1,03% [95% CI = -4,35 a -2,28%] y un usando como instrumento un cajón de medición con placa superior de 60 cm de largo x 33 cm de ancho y sobrepasando en 23 cm por la parte donde irán apoyados los pies con graduaciones de 9 a 53 cm en el centro de la placa superior (Flex Tester Sit and Reach Box 12-1085 Baseline®). Partiendo de la posición sedente largo, con el tronco erguido en posición neutra, pies apoyados en el instrumento, miembros superiores extendidos, se solicitó al evaluado la ejecución lenta y progresiva de máxima flexión de tronco, manteniendo la posición por 2 segundos. Las mediciones se realizaron por duplicado y se tomó como valor para el registro el promedio de los dos intentos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El procesamiento estadístico de los datos fue realizado mediante el programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS® versión 20 para Windows). Los análisis comprendieron estadística descriptiva: *media, desviación estándar (DE), intervalos de confianza del 95%*, la aplicación de pruebas de *Kolmogorov-Smirnov* para establecer normalidad de los datos y cálculo de los percentiles P^3 , P^{10} , P^{25} , P^{50} , P^{75} , P^{90} y P^{97} para los diferentes grupos de edad y sexo.

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (32) y la Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia (33). El protocolo del estudio FUPRECOL fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Universidad del Rosario mediante acta No. UR CEI-ABN026-000262.

RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por 7.780 escolares con edades comprendidas entre los 9 a 17,9 años. El 57% (4.427) de sexo femenino. Posterior a la evaluación de flexibilidad, se estableció la distribución de los resultados mediante el cálculo de los percentiles P^3 , P^{10} , P^{25} , P^{50} , P^5 , P^{90} y P^{97} discriminados por edad y sexo. Los resultados se presentan en la **Tabla No. 1.**

Tabla 1. Distribución percentil de la flexibilidad (*Sit and Reach Test*) por edad y sexo en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. Estudio FUPRECOL 2015

<i>Sexo /edad</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	P^3	P^{10}	P^{25}	P^{50}	P^{75}	P^{90}	P^{97}
Varones										
9-9,9	256	21,2	6,0	10,5	14,4	17,3	21,7	25,4	28,5	31,2
10-10,9	463	20,6	6,1	9,2	13,2	17,0	21,0	24,7	28,0	30,7
11-11,9	427	19,8	6,9	0,0	11,7	15,5	20,2	24,2	28,2	31,7
12-12,9	400	18,9	7,2	0,0	11,0	14,5	19,1	24,0	27,0	30,8
13-13,9	390	19,2	7,3	0,0	11,0	15,2	19,5	23,7	27,4	32,5
14-14,9	411	19,8	7,9	0,0	10,5	15,0	19,5	25,0	30,4	33,7
15-15,9	416	20,5	8,1	0,0	11,5	16,1	20,8	25,5	29,5	35,3
16-16,9	350	20,0	8,2	0,0	10,0	15,5	20,5	25,2	29,8	35,7
17-17,9	240	21,4	8,7	0,0	11,5	16,2	21,0	27,8	32,9	36,1
Total	3.353	20,2	7,4	2,2	11,6	15,8	20,4	25,0	29,1	33,1

Mujeres

9-9,9	302	21,9	6,0	11,7	14,2	17,9	22,2	25,7	29,4	32,2
10-10,9	672	22,0	6,4	11,2	14,5	17,7	22,1	26,5	30,3	33,0
11-11,9	643	22,1	6,7	10,6	14,2	18,2	22,0	26,5	30,2	34,5
12-12,9	531	22,1	7,5	6,7	14,0	17,5	22,0	27,0	31,7	35,7
13-13,9	465	22,9	8,0	0,0	15,5	18,0	23,2	28,4	32,7	37,7
14-14,9	602	22,7	8,3	0,0	13,7	17,5	23,0	28,5	32,5	36,7
15-15,9	496	23,4	8,0	0,0	14,4	18,7	23,7	29,2	32,7	38,0
16-16,9	427	23,3	8,0	2,1	13,5	18,7	23,5	28,5	33,2	39,0
17-17,9	289	23,3	8,9	0,0	12,0	17,5	24,2	29,5	34,2	38,0
Total	4.427	22,6	7,5	4,7	14,0	18,0	22,9	27,8	31,9	36

Las mujeres presentaron una media de flexibilidad de 22,6 cm, $DE= 7,5$ (0-47,2 cm) mientras que los hombres (43 %) mostraron una media de 20,2 cm, $DE= 7,4$, (0-44,5 cm). Respecto a la media en el grupo de mujeres se observa mejor desempeño en comparación con el grupo de hombres en todos los grupos de edad. En los varones se presenta un comportamiento descendente entre los 9 y los 12,9 años, mientras que en el grupo de mujeres se describe un comportamiento estable en todos los grupos etáreos. Para el P^3 en hombres, se alcanzan valores en la etapa de los 9-10,9 años que desaparecen a partir de los 11 años y en las niñas no se ubican valores desde los 13 a los 15,9 años y de 17 a 17,9 años. Adicionalmente, en los varones se observa un descenso en todos los percentiles entre los 11 y 12 años, en tanto que en las niñas no se observan cambios relevantes en los valores, con una tendencia estable y ascensos discretos en proporción a la edad a partir del P^{50} .

Para los hombres en todos los grupos etáreos los valores de la media fueron 20,2 cm (**Tablas No. 2 y 3**). En las mujeres en la etapa de infancia (**Tabla No. 2**) el valor de la media fue de 22 cm y en la adolescencia (**Tabla No. 3**) fue de 23,1 cm. En el análisis de medias discriminado por sexo, calculadas para cada percentil, se observa que las mujeres registran de forma consistente valores de flexibilidad más altos en comparación con los hombres en

todos los percentiles, indicando mejor desempeño tanto en la etapa de infancia de los 9-12 años como en la etapa de adolescencia de los 13-17 años. En la infancia se observan mejores resultados en comparación con la etapa de adolescencia hasta el P^{50} en el que se igualan los valores.

Tabla 2. Resultado ponderal de flexibilidad en escolares de 9 a 12 años

	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>P³</i>	<i>P¹⁰</i>	<i>P²⁵</i>	<i>P⁵⁰</i>	<i>P⁷⁵</i>	<i>P⁹⁰</i>	<i>P⁹⁷</i>
Hombres	1.546	20,2	6,5	4,9	12,7	16,0	20,5	24,5	27,9	31,1
Mujeres	2.148	22,0	6,6	10,0	14,2	17,8	22,0	26,4	30,4	33,8

Tabla 3. Resultado ponderal de flexibilidad en escolares de 13 a 17 años

	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>P³</i>	<i>P¹⁰</i>	<i>P²⁵</i>	<i>P⁵⁰</i>	<i>P⁷⁵</i>	<i>P⁹⁰</i>	<i>P⁹⁷</i>
Hombres	1.807	20,2	8,0	0	10,9	15,6	20,2	25,4	30	34,6
Mujeres	2.279	23,1	8,2	0,5	13,8	18	23,5	28,8	33	37,8

Los resultados obtenidos fueron comparados con estudios que determinan percentiles de flexibilidad en población infantil y adolescente en Colombia, América Latina, Europa y Sur Africa (**Tabla No. 4**). Las metodologías de medición abarcan la aplicación del *Sit and Reach Test* (31) y el *Back Saver Sit and Reach Test* (34) este último con una modificación que involucra la flexión de uno de los miembros inferiores y cuyos resultados en diversos estudios de validez y confiabilidad concurrente han demostrado ser indicadores válidos y equiparables en la medición de la flexibilidad lumbar y de miembros inferiores con valores de correlación de Pearson entre 0.39 a 0.76 (35).

Respecto a los valores comparados con población colombiana, los hombres presentaron desempeños inferiores en la franja de edad de los 10 a los 12 años respecto al estudio de Salleg y Petro Soto (36) y en la franja de 12-17 años con el estudio de Villera y Petro Soto (24) realizados en la ciudad de Montería; mientras que el desempeño se observó superior en la franja de 10-16 años con los escolares del municipio de Ansermanuevo (25).

En cuanto a los resultados de estudios internacionales los varones presentaron desempeños inferiores comparativamente con las poblaciones de Perú (37), Portugal (38) y Suráfrica (39) y valores mayores en la flexibilidad con los estudios de población europea y española (40–42).

El comportamiento de la flexibilidad de las mujeres en comparación con las poblaciones colombianas fue menor en relación con los estudios de Montería (24,36) y mayores con los valores reportados en Ansermanuevo (25). Respecto a los estudios internacionales para todos los grupos de edad, los resultados fueron similares con el estudio de Perú (37) y menores con las poblaciones de Portugal (38). Para el grupo de 9-13 años los resultados fueron menores con el estudio de Suráfrica (39) y mayores con el estudio español de Gulias (40), mientras que para la franja de 13-17 años los resultados fueron menores con España y Europa (41,42).

DISCUSION

Evaluar los componentes de la CF en escolares, ha sido preocupación en varios países (43–45) por estar fuertemente asociada con marcadores de salud y factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y óseas (46). A pesar de lo anterior, los estudios que se disponen sobre flexibilidad han sido orientados prioritariamente a mejorar el rendimiento deportivo (47) y las investigaciones acerca de la flexibilidad en específico, son escasas dado que involucran otros componentes como la fuerza y la resistencia muscular . En

este sentido, los resultados de esta investigación cobran importancia al presentar por primera vez para Bogotá, D.C., Colombia, tablas percentiles para flexibilidad por edad y sexo en niños, niñas y adolescentes entre 9 y 17,9 años los cuales pueden tener utilidad en el en la evaluación de la condición física escolar para prevenir y detectar factores de riesgo relacionados con la salud musculoesquelética (48,49)

Estudio	+Garavito et al	+Salleg y Petro Soto (36)	+Villera y Petro Soto (24)	+Hernández-Vásquez (25)	+Bustamante et al (37)	*Santos et al (38)	Gulías et al (40)	+Ortega et al (41)	*Ortega et al (42)	+Armstrong (39)
Año	2018	2010	2010	2011	2012	2014	2014	2008	2011	2009
n=	7780	612	257	477	7843	22048	1725	1947	3528	10261
Región/ País	Bogotá (Colombia)	Montería (Colombia)	Montería (Colombia)	Ansermanuevo (Colombia)	Perú	Portugal	España	España	Europa	Suráfrica
Varones /edad										
9	21,2 ± 6,0	-	-	-	22,0 ± 3,8	-	15,3 ± 6,5	-	-	21,6 ± 7,4
10	20,6 ± 6,1	28,9 ± 4,5	-	18 ± 8	20,4 ± 3,4	22,5 ± 5,6	12,8 ± 6,5	-	-	21,5 ± 7,2
11	19,8 ± 6,9	31,9 ± 5,1	-	18 ± 7	20,4 ± 3,4	21,5 ± 6,0	13,3 ± 6,1	-	-	21,6 ± 7,3
12	18,9 ± 7,2	-	31,1 ± 5,5	17 ± 7	20,1 ± 3,6	20,9 ± 6,6	12,5 ± 6,9	-	-	20,3 ± 7,6
13	19,2 ± 7,3	-	31,5 ± 6,1	17 ± 5	20,1 ± 3,6	20,6 ± 6,9	-	15,6 ± 6,8	18,4 ± 6,8	20,2 ± 7,5
14	18,8 ± 7,9	-	35,4 ± 5,8	15 ± 6	21,7 ± 3,7	22,1 ± 6,8	-	18,1 ± 7,7	18,7 ± 7,5	-
15	20,5 ± 8,1	-	36,0 ± 7,2	15 ± 8,6	21,7 ± 3,7	22,9 ± 7,2	-	19,5 ± 7,8	20,0 ± 7,3	-
16	20,0 ± 8,2	-	36,0 ± 6,9	16 ± 7	23,4 ± 3,4	24,4 ± 7,7	-	19,0 ± 8,1	20,8 ± 8,0	-
17	21,4 ± 8,7	-	40,5 ± 7,0	-	23,4 ± 3,4	25,7 ± 7,2	-	21,4 ± 7,3	22,2 ± 8,2	-
Total	20,3 ± 7,3	NR	35,3 ± 7,0	NR	NR	NR	NR	NR	19,9 ± 7,7	21,1 ± 7,2
Mujeres/edad										
9	21,9 ± 6,0	-	-	-	23,8 ± 3,2	-	16,7 ± 6,7	-	-	24,4 ± 6,8
10	22,0 ± 6,4	28,9 ± 4,1	-	16,3 ± 7,6	21,5 ± 4,5	24,1 ± 5,9	17,8 ± 7,0	-	-	23,8 ± 6,9
11	21,1 ± 6,7	32,1 ± 5,7	-	18,5 ± 7	21,5 ± 4,5	23,3 ± 6,2	17,3 ± 6,8	-	-	24,2 ± 7,1
12	22,1 ± 7,5	-	32,5 ± 6,4	16 ± 6,3	22,2 ± 4,3	23,9 ± 6,5	19 ± 7,1	-	-	24,1 ± 8,2
13	22,9 ± 8,0	-	35,3 ± 6,2	15,3 ± 6,2	22,2 ± 4,3	24,5 ± 7,1	-	21,6 ± 6,5	24,4 ± 6,9	25,0 ± 7,8
14	22,7 ± 8,3	-	34,7 ± 6,8	13,8 ± 6	22,6 ± 4,0	25,9 ± 7,0	-	23,3 ± 7,6	25,8 ± 7,2	-
15	23,4 ± 8,0	-	36,0 ± 6,7	14,5 ± 8	22,6 ± 4,0	26,6 ± 7,0	-	24,5 ± 7,1	26,2 ± 7,3	-
16	23,3 ± 8,0	-	35,8 ± 7,5	17 ± 7	23,8 ± 4,6	27,1 ± 6,6	-	25,2 ± 7,4	26,6 ± 7,6	-
17	23,3 ± 8,9	-	35,3 ± 6,2	-	23,8 ± 4,6	28,1 ± 6,6	-	24,0 ± 7,7	26,1 ± 8,0	-
Total	22,6 ± 7,4	NR	35,3 ± 6,6	NR	NR	NR	NR	NR	25,9 ± 7,4	24,2 ± 4,4

Tabla 4. Valores de referencia de flexibilidad comparativos con estudios nacionales e internacionales.

Los valores se expresan en mediana y Desviación Estándar ($\pm DE$) por grupos etáreos según lo reportado por los estudios. *NR* valores totales de media y *DE* no reportados por los estudios. * método de medición de la flexibilidad *Back Saver Sit and Reach Test*. + método de medición de la flexibilidad *Sit and Reach Test*

Los resultados del estudio determinaron la media de flexibilidad para Bogotá, Colombia en 22,6 cm y 20,2 cm para niños y niñas respectivamente; valores que se establecen superiores para población australiana (39) 21,98 cm y 27,26 cm, surafricana (39) 21,1 cm y 24,2 cm y en varones europeos 25,9 cm (42). Respecto a valores reportados en población latinoamericana, Brasil (50) registra valores superiores 24 cm y 26 cm, Ecuador (45), reporta rangos entre 19,4 cm - 20,5 cm, no discriminados por sexo y Colombia reporta valores mayores (24) y menores (25) para todos los grupos etáreos y ambos sexos. Estas diferencias podrían explicarse, tanto por variaciones en protocolos e instrumentos de medición como por factores genéticos, morfológicos, socioeconómicos y determinantes ecológicos o del contexto de la actividad física inherentes a cada población (51)

En cuanto al género, existe concordancia entre lo hallado en este estudio y lo reportado por otros autores: las mujeres presentan ligeramente un mejor desempeño que los hombres a lo largo de todas las edades (37), sin embargo Ortega et al. (42) encontraron diferencias mayores entre sexos (5 cm), cercanos a los reportados por Santos et al. (38) en Portugal. Al diferenciar por género, se observa que la flexibilidad de las niñas en este estudio tiende a la estabilidad o meseta a lo largo de todas las edades, lo cual coincide con lo hallado por Bustamante et al. (37), sin embargo, se observa que los niños en el P⁵⁰ no registraron aumento en tanto que, en las niñas, en el P⁵⁰, aumentaron 2,2 cm.

Por otro parte, los comportamientos para cada sexo fueron distintos por grupo de edad. De 9 a 12 años disminuyó 2,6 cm para niños (P⁵⁰) mientras que en las niñas se mantuvo estable (P⁵⁰); hallazgos que pueden explicarse desde el punto de vista del crecimiento morfológico por diferencias en el contenido de agua, proteínas y minerales en los tejidos al conformarse la masa libre de grasa durante el crecimiento (51). Los cambios hormonales que acontecen en esta etapa de la niñez y adolescencia también pueden explicar estas variaciones, cambios relacionados con elevación de los niveles de testosterona en los hombres (produciendo mayor desarrollo de la masa muscular, incremento de la fuerza y disminución de la flexibilidad al incrementarse la resistencia del tejido conectivo en las unidades músculo tendinosas) y la producción de estrógenos, progesterona y relaxina en las mujeres (haciendo la musculatura

menos densa, disminución del desarrollo de la fuerza, disminución de la viscosidad de los tejidos articulares y mayor retención de líquidos) (52,53)

En este estudio, a partir de los 13 años en hombres y 12 años en las mujeres se presenta una ganancia leve a lo largo de las edades, 2,2cm para niñas y 1,5cm para los varones en P⁵⁰. La edad donde se registra mayor ganancia en flexibilidad entre el P⁷⁵ y el P⁹⁷ es a los 16-16,9 años para varones y mujeres con 10,5cm, consistente con la estabilización de procesos de crecimiento, desarrollo y maduración de los tejidos. Estos comportamientos por grupos de edad coinciden con los reportes de todos los estudios referenciados(38,40,41,50,54)

Otros factores que inciden sobre estos comportamientos son: el aumento del sedentarismo, la inactividad física y los estilos de vida poco saludables como lo evidencia los estudios de Volbekiene y Gričiute (55) en niños de 12 a 16 años al encontrar una pérdida de la flexibilidad de 5,1 cm para niños y 3,8 cm para niñas a lo largo de diez años, y por Tremblay et al. (56) en niños de 7 a 10 años, hallando una disminución de 3cm al comparar resultados de 2007-2009 con los de 1981 en población de la misma edad.

Interpretar correctamente los resultados precisa compararlos con valores de referencia locales y actualizados; no obstante, como se ha mencionado para la población colombiana estos datos no existen. En la actualidad, se conocen los puntos de corte para flexibilidad aportados por el Fitnessgram (57) para Estados Unidos estableciendo, como ‘zona saludable’ para niños entre 5 y 17 años, 20,3 cm; para niñas, aporta tres clasificaciones: de 5 a 10 años, 22,8 cm; de 11 a 14 años, 25,4 cm y de 15 a 17, 30,5 cm.

La batería EUROFIT permite establecer tablas y curvas centíles para la población de estudio, y ha sido empleada en varios países para determinar los valores de referencia ajustados a las características propias de su población (37,41). En este sentido, algunos autores proponen que los niños o adolescentes ubicados por debajo del P¹⁰ sean tomados como una señal de

“alerta” (18); otros proponen usar una escala tipo Likert: muy pobre ($X < P^{20}$), pobre ($P^{20} \leq X < P^{40}$), medio ($P^{40} \leq X < P^{60}$), bueno ($P^{60} \leq X < P^{80}$) y muy bueno ($\leq P^{80}$) (15) o una clasificación de la condición física de los niños, así: por debajo de P^{20} , en muy baja; entre P^{20} y P^{40} , en bajo; entre P^{40} y P^{60} , en promedio; entre P^{60} y P^{80} , alta; y por encima de P^{80} , muy alta (44)

De acuerdo con los resultados, el presente estudio propone que los niños y adolescentes ubicados por debajo del P^{25} y por encima del P^{97} , se consideren en riesgo de posible deterioro de la salud musculoesquelética en la edad adulta, y a partir del P^{50} , en una señal de condición de flexibilidad saludable.

Promover la flexibilidad en niños y adolescentes, junto con los demás componentes de la condición física, es fundamental a lo largo de las etapas de crecimiento y maduración con el propósito de disminuir factores de riesgo en salud musculoesquelética y como parte de la promoción de estilos de vida saludable. A manera de conclusión, los resultados aportados por este estudio permitirán evaluar e interpretar de forma correcta el grado de flexibilidad en que se encuentre cualquier escolar colombiano, utilizando el P^{50} como un indicador biológico debajo del cual el nivel de flexibilidad puede afectar la calidad de vida en etapas tempranas.

Los resultados obtenidos en este estudio constituyen una herramienta muy valiosa en el campo clínico, para detectar a tiempo problemas relacionados con el cuidado de la salud; en el campo de la educación, para favorecer programas de promoción de la actividad física y hábitos de vida saludables. Desde lo gubernamental, para realizar ajustes en las políticas públicas nacionales que permitan que niños, niñas y adolescentes cumplan con las recomendaciones en actividad física sugeridas por la CDC (Centers for Disease Control and Prevention) y OMS (Organización Mundial de la Salud) de 60 minutos de actividad física de moderada a vigorosa todos los días con ejercicios de fuerza, resistencia muscular, flexibilidad y la salud ósea (58,59). Finalmente, se requiere confirmar los resultados de esta investigación con estudios longitudinales en otras regiones del país y con estudios que desarrollen y validen

un marcador general de flexibilidad del sistema musculoesquelético y su relación con marcadores de salud y factores de riesgo (60)

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 No. 122265743978.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Los autores envían 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) y a los jóvenes investigadores del grupo GICAEDS de la Universidad Santo Tomás por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico/tecnológico para las mediciones del campo.

REFERENCIAS

1. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* julio de 2011;43(7):1334-59.
2. Department of Health and Human Services,. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (Pagac). 2008. 2008.
3. Martínez Vizcaíno F, Salcedo Aguilar F, Rodríguez Artalejo F, Martínez Vizcaíno V, Domínguez Contreras ML, Torrijos Regidor R. [Obesity prevalence and tracking of body mass index after a 6 years follow up study in children and adolescents: the Cuenca Study, Spain]. *Med Clin (Barc).* 21 de septiembre de 2002;119(9):327-30.
4. Martinez-Gomez D, Eisenmann JC, Wärnberg J, Gomez-Martinez S, Veses A, Veiga OL, et al. Associations of physical activity, cardiorespiratory fitness and fatness with low-grade inflammation in adolescents: the AFINOS Study. *Int J Obes* 2005. octubre de 2010;34(10):1501-7.
5. Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Chillón P, Artero EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, et al. [Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis]. *Rev Esp Salud Publica.* abril de 2010;84(2):151-68.
6. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. [Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol.* junio de 2007;60(6):581-8.
7. Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Ruiz JR, Diaz LE, Ortega FB, Widhalm K, et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: the HELENA Study. *Atherosclerosis.* marzo de 2012;221(1):260-7.
8. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Sjöström M. [Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study]. *Rev Esp Cardiol.* febrero de 2008;61(2):123-9.
9. Aznar Laín S, Webster T. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación. Ministerio de Educación; 2006.
10. Thompson DL. Fitness Focus Copy-and-Share: Flexibility. *ACSMs Health Fit J.* octubre de 2008;12(5):5.

11. Page P. CURRENT CONCEPTS IN MUSCLE STRETCHING FOR EXERCISE AND REHABILITATION. *Int J Sports Phys Ther.* febrero de 2012;7(1):109-19.
12. Michels N, Bammann K, Zaqout M, Vyncke K, Michels N, Moreno LA, et al. Determinant factors of physical fitness in European children. *Int J PUBLIC Health.* junio de 2016;61(5):573-82.
13. Lorenc RS, Kepkal A, Ginalska-Malinowska M, Pludowski P, Lukaszewicz J. Physical Fitness in Children Treated with Growth Hormone by Jumping Mechanography: Leonardo Ground Reaction Force Platform. *Osteoporos Int.* abril de 2014;25:S238-9.
14. Cieśla E, Zaręba M, Kozieł S. The level of physical fitness in children aged 6-7years with low birthweight. *Early Hum Dev.* 2017;111:23-9.
15. Mikkelsen LO, Nupponen H, Kaprio J, Kautiainen H, Mikkelsen M, Kujala UM. Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. *Br J Sports Med.* 1 de febrero de 2006;40(2):107-13.
16. Dorneles RCG, Oliveira HL da R, Bergmann ML de A, Bergmann GG. Flexibility and muscle strength/resistance indicators and screening of low back pain in adolescents. *Rev Bras Cineantropometria E Desempenho Hum.* 1 de marzo de 2016;18(1):93-102.
17. Emilio J. Martínez-López Emilio, Fidel Hita-Contreras PMJ-L Pedro Latorre-Román, Antonio Martínez-Amat. The Association of Flexibility, Balance, and Lumbar Strength with Balance Ability: Risk of Falls in Older Adults. *J Sports Sci Med Vol 13 Iss 2 Pp 349-357 2014.* 2014;(2):349.
18. Silva DAS, Lima TR de, Tremblay MS. Association between Resting Heart Rate and Health-Related Physical Fitness in Brazilian Adolescents. *BioMed Res Int.* 28 de junio de 2018;1-10.
19. Roach KE, Miles TP. Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys Ther.* septiembre de 1991;71(9):656-65.
20. McKay MJ, Baldwin JN, Ferreira P, Simic M, Vanicek N, Burns J, et al. Normative reference values for strength and flexibility of 1,000 children and adults. *Neurology.* 3 de enero de 2017;88(1):36-43.
21. Milaim B, Murat Ç. Normative values for physical fitness in children aged 11-17 in Kosovo. *Pedagog Psychol Med-Biol Probl Phys Train Sports.* 1 de febrero de 2018;22(1):17-27.
22. Antonio C-BM, Miguel A. Propuesta de valores normativos para la evaluación de la aptitud física en niños de 6 a 12 años de Arequipa, Perú. (Spanish). *Propos Norm Values Assess Phys Fit Child Aged 6 12 Years Arequipa Peru Engl.* octubre de 2009;20(4):206.

23. Tovar Mojica G, Gutiérrez Poveda J, Ibáñez Pinilla M, Lobelo F. Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia. Arch Latinoam Nutr. septiembre de 2008;58(3):265-73.
24. Valoración de la aptitud física de los escolares de 10 a 12 años de Montería, Colombia [Internet]. [citado 27 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd148/valoracion-de-la-aptitud-fisica-de-los-escolares.htm>
25. Vásquez H, Alfonso L. Estudio sobre los perfiles antropométrico, motor y funcional, de escolares de ambos sexos en edades de 10-16 años y su relación con los procesos de formación deportiva en el municipio de Ansermanuevo, Valle del Cauca [recurso electrónico] [Internet] [Thesis]. 2012 [citado 27 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/3896>
26. Ortega F, Alejandro J. Estudio transversal de las cualidades funcionales de los escolares bogotanos: valores de potencia aeróbica, potencia muscular, velocidad de desplazamiento y velocidad de reacción, de los siete a los dieciocho años. Educ Fis Deporte. junio de 2013;32(1):1151-70.
27. Ramírez-Vélez R, García-Hermoso A, Agostinis-Sobrinho C, Mota J, Santos R, Correa-Bautista JE, et al. Pubertal Stage, Body Mass Index, and Cardiometabolic Risk in Children and Adolescents in Bogotá, Colombia: The Cross-Sectional Fuprecol Study. Nutrients. 22 de junio de 2017;9(7).
28. Ramirez-Velez R, Morales O, Pena-Ibagon JC, Palacios-Lopez A, Prieto-Benavides DH, Vivas A, et al. Normative reference values for handgrip strength in Colombian schoolchildren: the FUPRECOL study. J Strength Cond Res. 2017;(1):217.
29. Ramirez-Velez R, Correa-Bautista. ESTUDIO FUPRECOL Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos. Universidad del Rosario; 2016.
30. Ramirez-Velez R, Morales O, Pena-Ibagon JC, Palacios-Lopez A, Prieto-Benavides DH, Vivas A, et al. Normative reference values for handgrip strength in Colombian schoolchildren: the FUPRECOL study. J Strength Cond Res. 2017;(1):217.
31. Wells KF, Dillon EK. The Sit and Reach—A Test of Back and Leg Flexibility. Res Q Am Assoc Health Phys Educ Recreat. 1 de marzo de 1952;23(1):115-8.
32. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. 2017 [citado 27 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20170308101607/http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
33. Ministerio de Salud Nacional. Resolución 8430 de 1993. MINSALUD; 1993.

34. Patterson P, Wiksten DL, Ray L, Flanders C, Sanphy D. The validity and reliability of the back saver sit-and-reach test in middle school girls and boys. *Res Q Exerc Sport*. diciembre de 1996;67(4):448-51.
35. López-Miñarro PA, Andújar PS de B, Rodríguez-García PL. A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med*. 1 de marzo de 2009;8(1):116-22.
36. Perfil de aptitud física de los escolares de 12 a 18 años del municipio de Montería, Colombia [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd149/aptitud-fisica-de-los-escolares.htm>
37. 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. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. junio de 2012;29:188-97.
38. Santos R, Mota J, Santos DA, Silva AM, Baptista F, Sardinha LB. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years. *J Sports Sci*. 2014;32(16):1510-8.
39. Armstrong MEG. Youth fitness testing in South African primary school children : national normative data, fitness and fatness, and effects of socioeconomic status [Internet] [Thesis]. University of Cape Town; 2009 [citado 28 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://open.uct.ac.za/handle/11427/3219>
40. Gullías-González R, Sánchez-López M, Olivas-Bravo Á, Solera-Martínez M, Martínez-Vizcaíno V. Physical fitness in Spanish schoolchildren aged 6-12 years: reference values of the battery EUROFIT and associated cardiovascular risk. *J Sch Health*. octubre de 2014;84(10):625-35.
41. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, Urzánqui A, González-Gross M, et al. Health-related physical fitness according to chronological and biological age in adolescents. The AVENA study. *J Sports Med Phys Fitness*. septiembre de 2008;48(3):371-9.
42. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011;45(1):20–29.
43. Vanhelst J, Béghin L, Drumez E, Baudalet J-B, Labreuche J, Chapelot D, et al. [Physical fitness levels in French adolescents: The BOUGE program]. *Rev Epidemiol Sante Publique*. septiembre de 2016;64(4):219-28.
44. Catley MJ, Tomkinson GR. Normative health-related fitness values for children: analysis of 85347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *Br J Sports Med*. enero de 2013;47(2):98-108.

45. Andrade S, Ochoa-Avilés A, Lachat C, Escobar P, Verstraeten R, Van Camp J, et al. Physical fitness among urban and rural Ecuadorian adolescents and its association with blood lipids: a cross sectional study. *BMC Pediatr*. 18 de abril de 2014;14:106.
46. Ganley KJ, Paterno MV, Miles C, Stout J, Brawner L, Girolami G, et al. Health-related fitness in children and adolescents. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. 2011;23(3):208-20.
47. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*. abril de 2010;20(2):169-81.
48. Cardon G, Balagué F. Low back pain prevention's effects in schoolchildren. What is the evidence? *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. diciembre de 2004;13(8):663-79.
49. McCluskey G, O'Kane E, Hann D, Weekes J, Rooney M. Hypermobility and musculoskeletal pain in children: a systematic review. *Scand J Rheumatol*. octubre de 2012;41(5):329-38.
50. Andreasi V, Michelin E, Rinaldi AEM, Burini RC. Physical fitness and associations with anthropometric measurements in 7 to 15-year-old school children. *J Pediatr (Rio J)*. diciembre de 2010;86(6):497-502.
51. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, Maturation, and Physical Activity. *Human Kinetics*; 2004. 744 p.
52. Enrique CB Jorge, Robinson RV, Katherine GR, Humberto PB Daniel, Adalberto PL. Condición física, nutrición, ejercicio y salud en niños y adolescentes. Editorial Universidad del Rosario; 2016. 290 p.
53. Paidotribo: AMPLITUD DE MOVIMIENTO (Color) [Internet]. [citado 29 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.paidotribo.com/ficha.aspx?cod=01104>
54. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. enero de 2011;45(1):20-9.
55. Volbekiene V, Gričiūte A. Health-related physical fitness among schoolchildren in Lithuania: a comparison from 1992 to 2002. *Scand J Public Health*. 2007;35(3):235-42.
56. Tremblay MS, Shields M, Laviolette M, Craig CL, Janssen I, Connor Gorber S. Fitness of Canadian children and youth: results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep*. marzo de 2010;21(1):7-20.
57. Murray TD, Eldridge J, Silvius P, Silvius E, Squires WG. FITNESSGRAM® Friday: A Middle School Physical Activity and Fitness Intervention. *Int J Exerc Sci*. 2012;5(1):4-15.

58. OMS | Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud [Internet]. WHO. [citado 29 de septiembre de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
59. How much physical activity do children need? | Physical Activity | CDC [Internet]. [citado 29 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/children/index.htm>
60. Committee on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Fitness Measures and Health Outcomes in Youth [Internet]. Pate R, Oria M, Pillsbury L, editores. Washington (DC): National Academies Press (US); 2012 [citado 29 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK241315/>