

## **Patrones de actividad física en adolescentes en función del sexo, edad cronológica y biológica**

### **Physical activity patterns in adolescents according to sex, chronological and biological age**

Cossio-Bolaños, Marco<sup>1,2,3</sup>; Viveros-Flores, Antonio<sup>4</sup>; Castillo-Retamal, Marcelo<sup>1,2</sup>; Vargas-Vitoria, Rodrigo<sup>1,2</sup>; Gatica, P.<sup>2</sup>; Gómez-Campos, Rossana<sup>3,5,6,7</sup>

1 Centro de Investigación en Desarrollo Biológico Humano, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

2 Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

3 Red Iberoamericana de Investigación en Desarrollo Biológico Humano.

4 Centro Educativo José Antonio de Sucre, Arequipa, Perú.

5 Instituto de Actividad Física y Salud, Universidad Autónoma de Chile.

6 Grupo de estudios interdisciplinar en ciencias de la salud y deporte, GEISADE.

7 Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Recibido: 8/marzo/2015. Aceptado: 22/abril/2015.

#### **RESUMEN**

**Objetivo:** verificar los patrones de actividad física (AF) alineados por edad cronológica y biológica, así como analizar las diferencias en función del sexo.

**Métodos:** Se estudiaron a 275 adolescentes (153 varones y 122 mujeres) de una zona geográfica del Perú localizada a 2320 metros sobre el nivel del mar (Arequipa). El rango de edad fue de 11 a 17 años ( $\bar{X}=14.0\pm 2.1$  años). Se evaluó el peso, la estatura, la altura tronco-cefálica, la actividad física (por cuestionario). Se calculó la maduración somática por medio de los Años de Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC).

**Resultados:** El PVC se produjo en las mujeres a los  $12,2\pm 0,5$  años y en los varones a los  $15,6\pm 0,6$  años. Los niveles de AF se mantuvieron después de ocurrir los APVC. Los varones mostraron mayor nivel de AF en relación a las mujeres, tanto por edad cronológica y edad biológica ( $p<0,001$ ).

#### **Correspondencia:**

Marco A. Cossio Bolaños  
mcossio1972@hotmail.com

**Conclusión:** Los niveles de AF se mantuvieron estables después de ocurrir el PVC en ambos sexos. Los varones mostraron mayor nivel de AF que las mujeres. Los resultados sugieren incrementar los niveles de AF en las mujeres, en especial, luego de ocurrir la maduración somática.

#### **PALABRAS CLAVES**

Escolares, Pico de velocidad de Crecimiento, Maduración biológica, salud.

#### **ABSTRACT**

**Objective:** To verify the patterns of physical activity (PA) aligned chronological and biological age and analyze differences according to sex.

**Methods:** 275 adolescents (153 males and 122 females) from a geographic area of Peru located at 2,320 meters above sea level (Arequipa) were studied. The age range was 11-17 years ( $X = 14.0 \pm 2.1$  años). Weight, height, trunk-cephalic height, physical activity (questionnaire) was evaluated. Somatic maturation through the years of peak growth rate (PVC) was calculated.

**Results:** PVC occurred in women  $12.2 \pm 0.5$  years and boys at  $15.6 \pm 0.6$  years. PA levels were maintained after the VCCT occur. Males showed higher levels of AF in relation to women, both chronological age and biological age ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** PA levels were stable after the PVC occurs in both sexes. Males showed higher levels of AF than women. The results suggest increasing levels of AF in women, especially after the somatic maturation occur.

## KEYWORDS

School, Peak height velocity, biological maturation, health.

## ABREVIATURAS

AF: Actividad Física.

APVC: Años de Pico de Velocidad de Crecimiento.

ATC: Altura Tronco-Cefálica.

EB: Edad biológica.

EC: Edad Cronológica.

PVC: Pico de Velocidad de Crecimiento.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la actividad física es una temática muy estudiada dentro del ámbito de las ciencias de la salud. Esta variable se considera como un componente crítico de los estilos de vida saludable, no sólo en los adultos, sino también en niños y adolescentes. Además es una medida preventiva de las enfermedades crónicas no transmisibles, tales como diabetes mellitus tipo 2, dislipidemias, presión arterial alta y otros trastornos cardiovasculares<sup>1</sup>.

Las investigaciones a nivel internacional respecto a la actividad física se encuentran muy bien documentadas, puesto que varios estudios transversales y longitudinales han demostrado que la actividad física disminuye con el transcurso de la edad durante la adolescencia<sup>2,3</sup> y los varones suelen presentar mayores niveles de actividad física en relación a la mujeres<sup>4,5</sup>, sin embargo, cuando se alinea los patrones de actividad física en función de la edad biológica, los estudios a nivel internacional<sup>6,7</sup> son escasos, inclusive, a nivel nacional los estudios son nulos.

En ese sentido, estudiar la actividad física durante la adolescencia de acuerdo a edad biológica es relevante,

puesto que durante esta etapa de la vida se producen cambios fisiológicos, psicológicos, sociales y comportamentales muy importantes<sup>7</sup>, los que podrían dar origen a la adopción de estilos de vida poco saludables y consecuentemente reflejar diferencias en los patrones de AF de acuerdo al sexo y a los grados de maduración biológica.

El papel de la AF durante la etapa del crecimiento y del desarrollo es relevante, debido a los numerosos beneficios que implica con la salud física y psicológica<sup>8</sup> de los adolescentes. Por lo tanto, dentro del ámbito escolar en general, a pesar de que en la literatura se encuentran muy bien documentada las técnicas de valoración de la maduración biológica<sup>9,10</sup>, la mayoría de los profesores de educación física del Perú aún continúan utilizando la edad cronológica para organizar grupos de trabajo y desarrollar las prácticas físico-deportivas de sus alumnos. De hecho, la maduración biológica es un potente indicador de clasificación de grupos de trabajo, en especial cuando se trata de variables relacionadas con las capacidades físicas de fuerza, velocidad y resistencia<sup>9</sup>.

Desde esa perspectiva, una de las técnicas antropométricas no-invasivas que con frecuencia es utilizado en estudios de maduración biológica (somática), es la propuesta de Mirwald et al.<sup>11</sup>. Esta técnica, a través del uso de una ecuación de regresión permite calcular los años de pico de velocidad de crecimiento (APVC) de niños y adolescentes de forma transversal. Por lo tanto, la hipótesis de la investigación se fundamenta en que es probable que se observe disminución de los patrones de AF en ambos sexos conforme la edad y la maduración biológica avanza, como se verificó en estudios anteriores<sup>6,7</sup>. En ese sentido, los objetivos del estudio fueron: verificar los patrones de AF alineados por edad cronológica y biológica y analizar las diferencias en función del sexo.

## METODOLOGÍA

Para desarrollar el estudio se diseñó una investigación de tipo descriptivo transversal. Se estudiaron 275 niños y adolescentes (153 varones y 122 mujeres) con un rango de edad de 11 a 17 años ( $14.0 \pm 2.1$  años). Los escolares pertenecían a una Institución Educativa de la red Pública. Esta institución está localizada en la zona urbana del Distrito de Cerro Colorado de la Provincia de Arequipa (Perú). La selección de la muestra adoptada fue de tipo no-probabilística (cuotas), los que participa-

ron de forma voluntaria en el estudio. Estos escolares dentro del sistema educativo peruano pertenecen a la educación secundaria.

Arequipa es la segunda ciudad del Perú en población y se caracteriza por ser un importante centro industrial, agrícola y comercial a nivel nacional. Se encuentra localizada geográficamente a 2.320 metros sobre el nivel del mar (msnm). El Índice de Desarrollo Humano (IDH) para el 2013 fue de 0,745.

Los padres y/o apoderados de los adolescentes fueron informados previamente respecto al tipo de estudio y las variables a ser recolectadas (antropometría y cuestionario). Todos los responsables firmaron la carta de consentimiento informado según lo descrito en el protocolo de evaluación y de acuerdo al dictamen aprobado por el Comité de ética del Instituto del Deporte Universitario de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Se incluyeron en el estudio a los adolescentes cuyos responsables autorizaron la evaluación antropométrica y el llenado del cuestionario de actividad física. Se excluyeron a los que no asistieron el día de la evaluación y a los que presentaban problemas físico-motores que dificultaba la valoración antropométrica.

### **Procedimientos**

Todas las variables antropométricas y la aplicación del cuestionario de actividad física se efectuó el mismo día en horario de clase, según horario de estudios (8.00 a 14:00horas). La evaluación se efectuó en el mes de agosto del 2014. Todo el procedimiento estuvo a cargo de un solo evaluador con amplia experiencia y con certificación ISAK "international working group of kineanthropometry" nivel II.

La información específica de los adolescentes, como: nombres y apellidos, sexo y fecha de nacimiento fueron obtenidos a partir de las fichas de matrícula de los escolares. Esta información fue proporcionada por la Dirección del Colegio e introducida en planillas Excel para su correspondiente cálculo de la edad decimal conjuntamente con la fecha de la evaluación.

El protocolo adoptado en este estudio fue el propuesto por Ross y Marfell-Jones<sup>12</sup> y descrito por la ISAK. Las variables antropométricas se evaluaron descalzos y con short y camiseta. La masa corporal (kg) se evaluó utilizando una balanza digital (Tanita), con una precisión de 100g, que oscila entre 0 a150 kg. La estatura (cm), se midió según el plano de Frankfurt sin zapatos, utilizando un estadiómetro de aluminio de marca Seca, gra-

duada en milímetros, su escala fue de (0-250cm). Para la Altura Tronco Cefálica ATC (estatura sentada) se utilizó un banco de madera con respaldo firme de 50cm de altura, con una escala de medición de (0-150cm) y con precisión de 1mm.

La actividad física se valoró por medio de la técnica de la encuesta. El instrumento utilizado fue un cuestionario propuesto por Gómez-Campos et al.<sup>13</sup>. Todos los escolares recibieron explicación previamente respecto al llenado del instrumento. Dispusieron de 15 a 20 minutos para responder 11 preguntas con alternativas múltiples. Los puntajes del cuestionario oscilan entre 11 puntos como mínimo y 45 puntos como máximo. Los valores más altos se asocian con mayores niveles de AF. El instrumento mostró una capacidad de consistencia interna de alpha de Cronbach de 0,82 para varones y 0,85 para mujeres.

La edad biológica fue determinada por medio de una ecuación de regresión múltiple, específica para varones y mujeres, propuesta por Mirwald et al.<sup>11</sup> y sugerido por otros estudios<sup>6,13</sup>. El cálculo permite determinar los Años del Pico de Velocidad de Crecimiento (APVC) de forma transversal. Esta técnica implica la interacción entre las variables antropométricas de peso, estatura, estatura sentada y la edad decimal. Como resultado de la ecuación, permite la clasificación en ocho niveles (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3). El cero (0) significa el momento en que se presenta los APVC. Se utiliza para clasificar grupos de trabajo no sólo en la escuela, sino también en programas de actividad física y de iniciación deportiva.

### **Estadística**

La distribución normal de los datos se verifico por medio de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Las variables fueron analizadas por medio de estadística descriptiva de media aritmética y desviación estándar. El test t para muestras independientes se utilizó para verificar la diferencia entre sexos y Anova de una vía y la prueba de especificidad de Tukey para comparar entre edades y APVC. En todos los casos se adoptó un nivel de significancia de  $p < 0,001$ . Todos los datos fueron calculados en planillas de Excel y SPSS 18,0.

## **RESULTADOS**

La tabla 1 muestra las variables antropométricas de peso, estatura y altura tronco-cefálica (ATC) que caracterizan a la muestra estudiada. En ambos sexos se observa valores similares en las tres variables antropomé-

**Tabla 1.** Valores medios y  $\pm$ DE de variables antropométricas que caracterizan a la muestra del estudio por edad cronológica y biológica.

E.C (años)	n	Peso (kg)		Estatura (cm)		ATC (cm)		E.B (APVC)	n	Edad (años)		Peso (kg)		Estatura (cm)		ATC (cm)	
		X	DE	X	DE	X	DE			X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
<b>Hombres</b>																	
11	6	40,7	6,8	144	4,0	76,8	2,9	-3	11	12,3	0,5	34,9	3,5	140	3,4	72,9	2,7
12	29	46,1	10,9	148	7,4	78,1	4,3	-2	38	12,8	0,6	47,0	8,6	149	4,9	78,3	2,4
13	30	48,2	9,2	153	7,4	79,7	4,3	-1	23	13,8	0,7	52,3	8,2	158	4,9	82,8	2,6
14	14	59,6	13,7	163	7,6	85,8	4,7	0	36	15,6	0,6	54,5	5,6	163	3,6	85,0	2,1
15	29	59,7	10,9	165	5,9	86,6	3,9	1	37	16,2	0,6	61,7	9,0	167	4,0	88,4	2,3
16	40	59,7	8,3	166	4,9	87,2	3,2	2	8	16,8	0,7	76,1	14,3	172	8,5	92,0	3,8
17	5	65,0	16,9	166	5,9	88,2	1,5										
Todos	153	53,8	12	159	10	83,3	5,6		153	14,6	1,7	53,8	12,0	159	10,0	83,3	5,6
<b>Mujeres</b>																	
11	7	41,5	10,8	146	3,1	77,5	2,2	0	12	12,2	0,5	38,2*	3,3	144*	3,6	76,2	2,1*
12	15	46,4	7,0	147	5,2	79,2	3,1	1	14	12,6	0,6	46,2*	7,6	148*	1,8	79,4	2,1*
13	27	49,0	7,3	151	4,8	80,6	2,6	2	21	13,4	0,3	48,0*	3,9	152*	3,4	80,7	1,5*
14	7	53,4	7,9*	156	3,9*	82,9	1,8*	3	17	14,9	0,8	48,6	8,5	153	4,3	81,8	2,7
15	31	51,3	7,5*	154	4,5*	82,2	2,9*	4	30	15,8	0,6	50,6	5,3	154	3,4	82	1,4
16	29	51,9	6,0*	156	5,2*	83,5	2,2*	5	21	16,5	0,7	55,4	7,2	157	4,6	84,1	2,6
17	6	52,8	9,1*	153	5,2*	83,3	2,9*	6	7	17,0	0,4	59,6	5,0	161	6,6	86,6	1,8
Todos	122	49,6	8,0	153	5,9	81,5	3,3		122	14,7	1,7	49,6	8	153	5,9	81,5	3,3

E.C: Edad cronológica. E.B: Edad biológica (estimada por APVC años de pico de velocidad de crecimiento). \*: diferencia significativa en relación a los hombres ( $p < 0,001$ ).

tricas desde los 11 hasta los 13 años de edad, posteriormente a partir de los 14 años, los varones presentan mayor peso, estatura y ATC en relación a las mujeres ( $p < 0,001$ ). Respecto a la edad biológica (APVC), los varones se diferencian de las mujeres a partir del nivel cero (0), evidenciando los varones mayor peso, estatura y ATC ( $p < 0,001$ ), respectivamente.

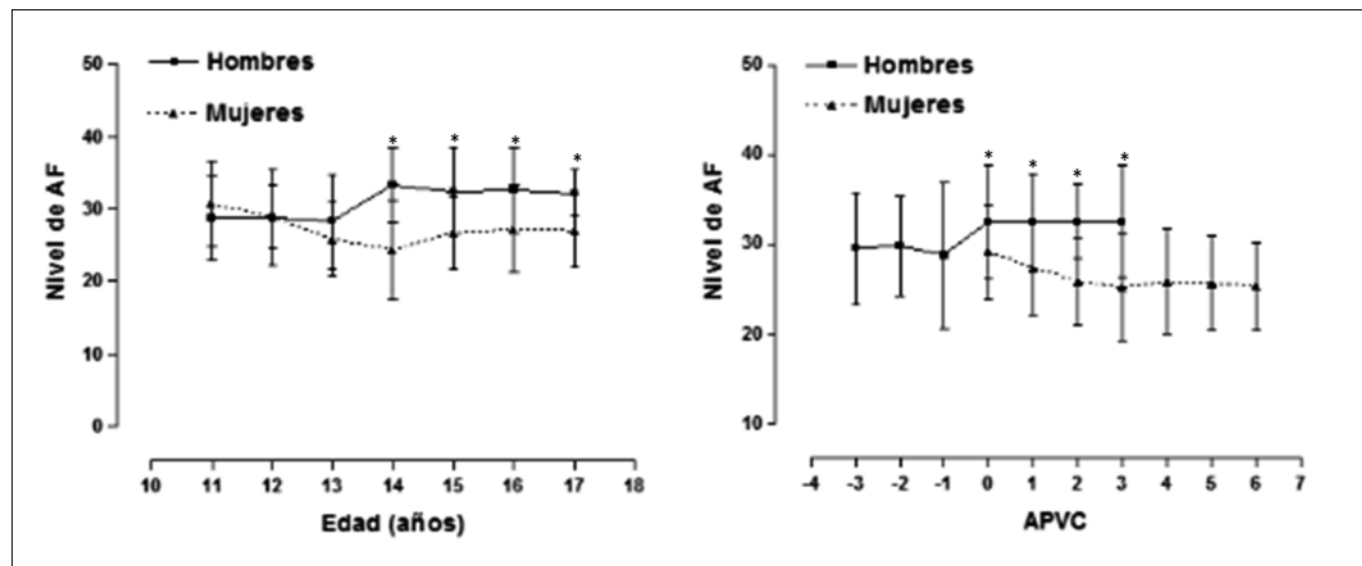
La figura 1 muestra los valores medios y  $\pm$ DE de los patrones de AF de los adolescentes de ambos sexos en función de la edad cronológica y biológica. En la edad cronológica en ambos sexos se observa valores similares de AF desde los 11 hasta los 13 años ( $p < 0,001$ ), luego, desde los 14 hasta los 17 años, los varones son

más activos que las mujeres ( $p < 0,001$ ). En la edad biológica (APVC), después de ocurrir el PVC (nivel cero), los varones aumentan los niveles de AF ( $p < 0,001$ ) y permanecen estables hasta el nivel 3, sin embargo, en las mujeres, los niveles de AF disminuyen hasta el nivel dos (2), luego se mantienen estables. En general, los hombres presentan mayor AF en relación a las mujeres, tanto por edad cronológica y biológica.

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio muestran que los patrones de AF cuando fueron alineados por edad cronológica evidenciaron un pico máximo a los 14 años en los va-

**Figura 1.** Valores medios y  $\pm$ DE de los patrones de Actividad Física alineadas por edad cronológica y biológica en adolescentes de ambos sexos.



\*: diferencia significativa en relación a las mujeres.

rones y a los 11 años en las mujeres. Posteriormente los valores de AF son relativamente estables durante toda la adolescencia, sin embargo, cuando fueron alineados por edad biológica, el pico de AF se observa en el nivel cero (0) en los varones, y uno en las mujeres (ver figura 1), para luego mantener estabilidad en los demás niveles de maduración somática.

Evidentemente estos patrones observados por medio de la edad cronológica y biológica se encuentran en estrecha relación, puesto que el PVC en los varones se produjo a los 15,  $6 \pm 0.6$  años y en las mujeres a los  $12,2 \pm 0,5$  años. Por lo tanto, los picos máximos observados respecto a los patrones de AF según edad cronológica podrían deberse a que las mujeres maduran mucho antes que los varones, teóricamente 2 años antes que los varones como se describe en la literatura<sup>9</sup>, sin embargo, en este estudio, hay una distancia de 3 años, por lo que los hombres a través de los resultados obtenidos reflejan características de maduración tardía y evidentemente las mujeres como maduradoras normales.

En esencia, respecto a la hipótesis planteada, los estudios demuestran que la AF disminuye con la edad cronológica<sup>15-17</sup> y en función de la maduración biológica<sup>6,7</sup>, sin embargo, en este estudio, se ha observado que los patrones de AF se mantienen relativamente estables durante la adolescencia. Este hecho podría deberse a algunas características psicológicas, sociales y motivacionales que los podría impulsar a participar en

actividades físicas deportivas en relación a los estudios antes mencionados. De hecho, Anderssen et al<sup>17</sup> consideran que la AF durante la adolescencia puede ser más fuerte en unos grupos que, en otros, incluso los padres y/o profesores de educación física pueden jugar un rol, importante como agentes transmisores de motivación para la práctica de la AF durante la adolescencia<sup>18</sup>. En ese sentido, es posible que esta muestra de adolescentes estudiados presenten algunas de estas características, puesto que los niveles de AF no disminuyen, por el contrario, se mantienen relativamente estables.

Por lo tanto, queda en evidencia que los niveles de actividad física pueden variar entre grupos poblacionales y culturales, dado que con frecuencia factores biológicos (origen étnico, grasa corporal, condición física), psicológicos (comportamiento características de la personalidad), hábitos de vida (consumo de alcohol, cigarrillos), y el rendimiento motor podrían influir en los patrones de AF durante la adolescencia<sup>9</sup>, en especial en estos tiempos en el que el sobrepeso y la obesidad va en aumento, no sólo, en adultos, sino también en niños y adolescentes<sup>19</sup> de todo el mundo.

Respecto a las diferencias entre sexos, los estudios evidencian que cuando se alinea por edad biológica, desaparecen las diferencias entre varones y mujeres y los niveles de AF disminuyen<sup>6,7,20</sup>, pero en este estudio sucede lo contrario, dado que los varones presentan mayor nivel de AF por ambos criterios (edad cronológica

gica y biológica), además los valores de AF se mantienen estables después de ocurrir el PVC. De hecho, es posible que estos resultados estén asociados al ambiente geográfico en que estos escolares se desarrollan, puesto que los 2,320msnm podrían jugar un papel relevante en los niveles de AF, puesto que a mayor altitud por lo general se evidencia mayores niveles de hemoglobina. Por lo tanto, esto podría ser una explicación en relación a los mayores niveles de AF observados respecto a otras muestras, a pesar de que las comparaciones se hacen difíciles, puesto que entre estudios hay una gama de diferencias metodológicas que impiden tales comparaciones y es muy difícil de llegar a un consenso. Se sugiere para futuros estudios controlar la saturación arterial de oxígeno, dado que es fundamental para comprender cómo la sangre transporta el oxígeno a gran altitud.

En general, el declive de la AF relacionado con la edad cronológica es bien aceptado por los estudios<sup>2,21,22</sup>, aunque no está bien documentado en función de la maduración biológica, puesto que son muy pocos estudios que refuerzan esta idea<sup>6,7,20</sup>, por lo que es necesario desarrollar más estudios, tal vez utilizando otras técnicas cuantitativas, (podómetros, acelerómetros, sensores de movimiento), lo que podría ayudar a reforzar estos hallazgos. Además se sugiere el uso de otras técnicas para valorar la maduración biológica, lo que podría brindar mayor información respecto a los patrones de AF en adolescentes, independientemente de la zona geográfica donde se desarrolle la investigación.

Cabe resaltar que este es un primer estudio efectuado en Perú y en moderada altitud (2320msnm), cuyos resultados sugieren que es posible que a edades más avanzadas los patrones de AF aun mantengan niveles aceptables, puesto que los hallazgos obtenidos en esta investigación no evidencian disminución en los valores de AF durante la adolescencia y en ambos sexos. Por lo tanto, la información proporcionada en este reporte puede ser utilizado para diseñar programas de actividad física y contribuir con los adolescentes que presentan diferentes estadios de maduración biológica para que puedan participar con sus pares de los mismos estadios y armonizar el desarrollo de sus actividades y disminuir las barreras físicas entre ellos, además de exhortar a los adolescentes a continuar con mismos hábitos de actividad física, buscando mantener y en lo posible incrementar los niveles alcanzados durante la adolescencia.

En relación a las limitaciones del estudio, cabe resaltar que esta investigación utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario para valorar la AF de los adolescentes. En ese sentido, los auto-reportes por lo general evidencian características subjetivas, los que podrían producir un ligero sesgo en los resultados, puesto que pueden ser afectados por factores relacionados con la capacidad de recordar algunos indicadores de medición, sin embargo, este tipo de instrumento brinda la facilidad de evaluar a grandes grupos en intervalos cortos de tiempo, incluso son baratos y fáciles de aplicar en relación a otros instrumentos. Además el cuestionario aplicado evidenció una alta capacidad de reproductibilidad en el estudio (Cronbach 0,82 para hombres y 0,85 para mujeres). Otra limitación es la selección de la muestra (no-probabilística), ya que impide generalizar los resultados a regiones de moderada altitud del Perú, sin embargo, puede servir como referencia para comparar con futuros estudios nacionales e internacionales. En consecuencia, se sugiere controlar tales variables, puesto que esto podría mostrar información relevante y enriquecer la información de futuros estudios.

## CONCLUSIÓN

A través de los resultados obtenidos, se concluye que los adolescentes estudiados evidenciaron incrementos significativos de AF durante el PVC (a los 12 años en mujeres y a los 15 años en varones). Posteriormente de la presencia de la maduración somática, en los hombres los niveles de AF se mantuvieron relativamente estables, sin embargo, en las mujeres estos valores disminuyen paulatinamente. Los resultados sugieren incrementar los niveles de AF en las mujeres, en especial, luego de ocurrir la maduración somática. La técnica de los APVC debe ser considerada dentro de los programas escolares de educación física como una herramienta fundamental para clasificar a los escolares según sus niveles de maduración.

## REFERENCIAS

1. Freedman DS, Patel DA, Srinivasan SR, Chen W, Tang R, Bond MG, et al. The contribution of childhood obesity to adult carotid-intima-media thickness: the Bogalusa Heart Study. *Int J Obes*, 2008;32:749-56.
2. Caspersen CJ, Pereira MA, Curran KM. Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Med Sci Sports Exerc*, 2000;32:1601-9.
3. Kristensen PL, Møller NC, Korsholm L, Wedderkopp N, Andersen LB, Froberg K. Tracking of objectively measured physical ac-

- tivity from childhood to adolescence: the European youth heart study. *Scand J Med Sci Sports*, 2008;18(2):171-8.
4. Biddle SJH, Gorely T, Stensel DJ. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 2004;22, 679-701.
  5. Trost SG, Rosencrantz RR, Dziewaltowski D. Physical activity levels among children attending after school programs. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008;40: 622-9.
  6. Sherar LB, Esliger DW, Baxter-Jones AG, Tremblay MS. Age and Gender Differences in Youth Physical Activity: Does Physical Maturity Matter?. *Med Sci Sports Exerc*, 2007;39(5):830-5.
  7. Erlandson MC, Sherar LB, Mosewich AD, Kowalski KC, Bailey DA, Baxter-Jones ADG. Does Controlling for Biological Maturity Improve Physical Activity Tracking?. *Med Sci Sports Exerc*, 2011;43(5):800-7.
  8. Hills AP, King NA, Armstrong TP. The Contribution of Physical Activity and Sedentary Behaviours to the Growth and Development of Children and Adolescents: Implications for Overweight and Obesity. *Sports Med*, 2007; 37(6): 533-45.
  9. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth maturation and physical activity, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
  10. Gómez-Campos R, Arruda M, Hobold E, Abella CP, Camargo C, Martínez Salazar C, et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*, 2013; 6(4):151-60.
  11. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2002; 34:689-94.
  12. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geen HJ, editors. *Physiological tests for elite athletes*. London: Human Kinetics; 1991. p. 223-308.
  13. Gómez-Campos R, Vilcazán E, Arruda M, Hespanhol JE, Cossio-Bolaños MA. Validación de un cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes. *An Fac med*, 2012;73(4):307-13.
  14. Gomez-Campos R, Espanhol J, Portella D, Vargas Vitoria R, Arruda M, Cossio-Bolaños MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clín Diet Hosp*, 2012; 32(3):7-17.
  15. Caspersen CJ, Pereira MA, Curran MA. Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32:1601-9.
  16. Kimm SY, Glynn MW, Kriska AM, Fitzgerald SL, Aaron DJ, Similo SL, et al. Longitudinal changes in physical activity in a biracial cohort during adolescence. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32:1445-54.
  17. Anderssen NB, Wold B, Torsheim T. Tracking of physical activity in adolescence. *Res Q Exerc Sport*, 2005;76(2):119-29.
  18. Olivares PR, Cossio-Bolanos MA, Gomez-Campos R, Almonacid-Fierro A, Garcia-Rubio J. Influence of parents and physical education teachers in adolescent physical activity. *Int J Clin Health Psychol*, Feb 2015. En prensa.
  19. Gatica-Mandiola P, Vargas R, Jiron O, Herrera Blanco M, Duarte Farfán C, Gómez-Campos R, et al. Cambios en la adiposidad corporal de adolescentes escolares (1997-2007). *Nutr Clín Diet Hosp*, 2013; 33(3):23-9.
  20. Thompson AM, Baxter-Jones AD, Mirwald RL. Comparison of physical activity in male and female children: does maturation matter? *Med Sci Sports Exerc*, 2003;35:1684-90.
  21. Trost SG, Rosencrantz RR, Dziewaltowski D. Physical activity levels among children attending after school programs. *Med Sci Sports Exerc*, 2008;40: 622-9.
  22. Yáñez-Silva A, Hespanhol JE, Gómez Campos R, Cossio-Bolaños MA. Valoración de la actividad física en adolescentes escolares por medio de cuestionario. *Rev Chil Nutr*, 2014;41(4):360-6.