

Souza-Lima J D et al. (2025) COMPARACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA DE NIÑOS Y ADOLESCENTES DE ACUERDO CON EL ESTADIO DE MADURACIÓN SEXUAL. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 25 (100) pp. 579-597.

DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2025.100.037>

ORIGINAL

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA DE NIÑOS Y ADOLESCENTES DE ACUERDO CON EL ESTADIO DE MADURACIÓN SEXUAL

COMPARISON OF THE LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY OF CHILDREN AND ADOLESCENTS ACCORDING TO THE STAGE OF SEXUAL MATURATION

Jircik K¹, De Souza-Lima J^{2*}, Matheus J³, Silva R⁴, Junior J⁵, Matsudo V⁶

¹ Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, Brasil, karenjircik@usp.br

² Facultad de Educación y Ciencias Sociales, Instituto del Deporte y Bienestar, Universidad Andrés Bello, Las Condes, Santiago de Chile, josivaldo.desouza@unab.cl

³ Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, Brasil, celafiscs.josematheus@gmail.com

⁴ Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, Brasil, celafiscs.raiany@gmail.com

⁵ Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, Brasil, celafiscs.junior@gmail.com

⁶ Matsudo, V. - Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, Brasil, matsudo.celafiscs@gmail.com

Recibido 19 de junio 2024 **Received** June 19, 2024

Aceptado 18 de diciembre de 2024 **Accepted** December 18, 2024

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue comparar el nivel de actividad física (NAF) de niños y adolescentes según el estadio de maduración sexual (EMS), mediante instrumentos subjetivos y objetivos. Participaron 428 escolares (8–17 años) del Proyecto Mixto-Longitudinal de Ilhabela. El EMS se evaluó por autoevaluación y el NAF mediante cuestionarios (IPAQ, YRBS) y acelerometría. Se clasificó la actividad física en moderada (AFM), vigorosa (AFV) y moderada a vigorosa (AFMV), comparando con la recomendación de 300 min/semana. Se aplicaron pruebas no paramétricas y análisis descriptivo. Los resultados mostraron mayor NAF en varones, predominio de AFM en las fases pre y pospuberal, y menor cumplimiento de la recomendación en niñas,

especialmente en la pubertad. Conclusión: la actividad física varía según el sexo y la maduración biológica, siendo la pubertad un punto crítico de descenso en niñas. Los hallazgos refuerzan la necesidad de estrategias equitativas y adaptadas al desarrollo para fomentar estilos de vida activos.

PALABRAS CLAVE: Actividad Motora, Maduración Sexual, Acelerometría, Comportamiento Del Adolescente, Aptitud Física.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to compare the physical activity level (PAL) of children and adolescents according to sexual maturation stage (SMS), using both subjective and objective methods. A total of 428 students (aged 8–17) from the Mixed-Longitudinal Project of Ilhabela participated. SMS was assessed through self-evaluation, and PAL was measured using questionnaires (IPAQ, YRBS) and accelerometry. Physical activity was classified as moderate (MPA), vigorous (VPA), or moderate-to-vigorous (MVPA), and compared against the 300 min/week recommendation. Nonparametric tests and descriptive analysis were applied. Results showed higher PAL in boys, a predominance of MPA in pre- and postpubertal stages, and lower compliance with recommendations among girls, especially during puberty. Conclusion: Physical activity varies by sex and biological maturation, with puberty being a critical point of decline, particularly in girls. Findings reinforce the need for developmentally appropriate and gender-sensitive strategies to promote active lifestyles.

KEYWORDS: Motor Activity, Sexual Maturation, Accelerometry, Adolescent Behavior, Physical Fitness.

1. INTRODUCCIÓN

La maduración biológica es un factor determinante en la variación del patrón de actividad física en niños y adolescentes. Se relaciona con el proceso de transición hacia la madurez, el cual puede analizarse a través de dos componentes: el timing, que se refiere al momento en que ocurre un evento madurativo específico (por ejemplo, la edad de la menarquia o el periodo de estirón del crecimiento), y la velocidad, que describe el ritmo al que estos eventos o cambios se manifiestan (Malina et al., 2009; Moore et al., 2020). La maduración sexual, o pubertad, es una etapa clave del desarrollo biológico que implica cambios profundos en la composición corporal y el crecimiento acelerado. Durante este proceso, se produce la aparición de los caracteres sexuales secundarios, un incremento significativo de la estatura y una redistribución de la masa corporal, con un aumento en la masa grasa en las niñas y una mayor ganancia de masa muscular en los niños. Además, la densidad ósea también se ve influenciada, alcanzando aproximadamente el 85-90% de su máximo al final de la pubertad (Gonc & Kandemir, 2022).

Exceptuando el período fetal, no existe otra fase del desarrollo humano en la que los cambios en altura y composición corporal sean tan intensos y rápidos como en la pubertad. Factores genéticos y ambientales pueden modular la edad de inicio de la pubertad, lo que puede llevar a variaciones en su manifestación entre individuos y poblaciones (Ayu, 2023). La pubertad desempeña un papel fundamental en el crecimiento físico, estando influenciada directamente por la actividad física y los cambios hormonales que ocurren en este período. El crecimiento puberal y la aptitud física son modulados por un complejo sistema endocrino, en el que hormonas como la testosterona, el estradiol y la hormona del crecimiento (GH) desempeñan funciones esenciales en el desarrollo óseo, la composición corporal y la fuerza muscular (Vijayakumar et al., 2021). Durante este período, la interacción entre el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HPG) y otros sistemas hormonales promueve la maduración de los tejidos musculoesqueléticos, favoreciendo la redistribución de la masa corporal y el aumento de la densidad mineral ósea, procesos que son potenciados por la práctica regular de actividad física (Aslam, 2020). De esta manera, además de ser un hito fisiológico crucial, la pubertad representa una ventana de oportunidades para el desarrollo de la aptitud física, impactando significativamente la salud musculoesquelética a lo largo de la vida. La actividad física regular es esencial para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades como trastornos musculoesqueléticos, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, osteoporosis, obesidad y cáncer de colon. Su práctica mejora la condición física y reduce el sedentarismo, promoviendo beneficios a largo plazo (Chrysant & Chrysant, 2023; Tambalis, 2022). Para que los niños y adolescentes sean considerados suficientemente activos, se recomienda un promedio diario de 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa. Las intervenciones escolares han demostrado ser efectivas para aumentar estos niveles y mejorar la salud general (Araujo et al., 2024; Dobbins et al., 2013). Los datos de la Encuesta Nacional de Salud del Escolar - PENSE (2019) indican que, en Brasil, solo el 18% de las niñas y el 38,5% de los niños de 11 a 17 años son considerados físicamente activos (Brasil). Una revisión sistemática de Barbosa Filho et al. (2018) sobre la prevalencia de la actividad física en 35 estudios brasileños reveló que menos del 50% de los niños y adolescentes practican actividad física regularmente (Barbosa Filho et al., 2018). Esto demuestra que la promoción de la actividad física sigue siendo un gran desafío en el país. Además, el estudio destaca importantes lagunas en la investigación que deben abordarse en futuros estudios en Brasil. Esta conclusión coincide con la evaluación de la OMS publicada en la revista *The Lancet*, que señala que 1,6 millones de adolescentes de entre 11 y 17 años en todo el mundo no cumplen con las directrices recomendadas de actividad física (Guthold et al., 2020). Los estudios indican que los niveles de actividad física en niños y adolescentes tienden a disminuir progresivamente con la edad, siendo esta reducción más

pronunciada después de la pubertad, especialmente en las niñas. Esta disminución está influenciada por factores socioecológicos y por una menor participación en actividades extracurriculares. Según Sember et al. (2020), la adolescencia es un período crítico para el desarrollo de hábitos de actividad física, y la diferencia de género en este comportamiento se intensifica con el tiempo (Sember et al., 2020). Además, un estudio longitudinal de Tamme (2022) demostró que las hormonas puberales influyen significativamente en la actividad física y la densidad mineral ósea en niños de 12 a 18 años, destacando la importancia de la actividad física durante este período para la salud ósea a largo plazo (TAMME). La comprensión de los cambios en los niveles de actividad física durante la infancia y la adolescencia, especialmente en función de la pubertad y las diferencias entre los sexos, es esencial para desarrollar estrategias efectivas de promoción de la salud. Como han demostrado estudios previos, la pubertad influye significativamente en la práctica de actividad física, afectada por factores biológicos y socioecológicos. Sin embargo, aunque el CELAFISCS (Centro de Estudios del Laboratorio de Aptitud Física de São Caetano do Sul) tiene una larga tradición en la investigación de la maduración sexual, ningún estudio previo ha explorado la relación entre los niveles de actividad física y las etapas de maduración sexual. Ante esto, el presente estudio tiene como objetivo comparar el nivel de actividad física de niños y adolescentes (niños y niñas, entre 8 y 17 años), de forma objetiva y subjetiva, de acuerdo con la etapa de maduración biológica (prepúber, púber y pospúber), utilizando datos longitudinales del Proyecto Longitudinal Mixto de Crecimiento, Desarrollo y Aptitud Física de Ilhabela."

2. Material Y Métodos

2.1 Recolección De Datos Y Aspectos Éticos

Este estudio forma parte del Proyecto Mixto-Longitudinal de Crecimiento, Desarrollo y Aptitud Física de Ilhabela, desarrollado por el Centro de Estudios del Laboratorio de Aptitud Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS), São Paulo, desde 1978. El objetivo del proyecto es monitorear el crecimiento, desarrollo y aptitud física de escolares en una región de bajo nivel socioeconómico, con más de 48 años de evaluaciones anuales en niños y adolescentes del municipio de Ilhabela. Todas las evaluaciones fueron realizadas por profesionales de la salud debidamente capacitados, asegurando precisión y rigor técnico en la aplicación de los protocolos. Los datos recopilados incluyen información sobre aptitud física, maduración sexual y nivel de actividad física (AF), mediante pruebas y mediciones estandarizadas y validadas. Detalles metodológicos adicionales y la descripción de la recolección de datos han sido publicados previamente (da Silva Júnior et al., 2024; Ferrari et al., 2013; Ferrari et al., 2008). El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Federal de São Paulo (UNIFESP), bajo el

protocolo nº 0056/10. Todos los responsables legales (padres y/o tutores) firmaron un Término de Consentimiento Libre e Informado, garantizando la participación voluntaria y ética de los sujetos del estudio.

2.2 Diseño

Este es un estudio transversal con un muestreo por conveniencia. Las evaluaciones fueron realizadas en los años 2006, 2007, 2011, 2015, 2017 y 2019. En total, se analizaron 1.094 evaluaciones, de las cuales 666 fueron excluidas debido a la falta de datos sobre maduración sexual, ausencia de información sobre el nivel de actividad física, edad igual o superior a 18 años o datos duplicados. Finalmente, la muestra quedó conformada por 428 evaluaciones, con 165 del sexo masculino (38.55%) y 263 del sexo femenino (61.45%), con edades entre 8 y 17 años.

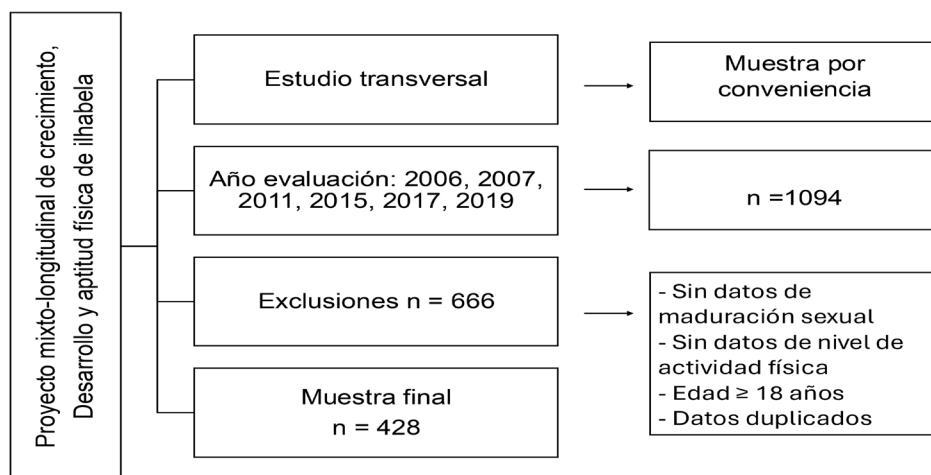


Figura 1: Diseño Del Estudio

2.3 Edad Y Sexo

La edad y el sexo de los participantes fueron registrados a través del *Formulario de Evaluación del Proyecto de Ilhabela*, completado por los evaluadores durante la recolección de datos. La edad fue determinada en años completos al momento de la evaluación.

2.4 Estadio De Maduración Sexual

El desarrollo puberal ha sido evaluado desde la década de 1940 mediante distintos modelos de clasificación (Emmanuel & Bokor, 2017; Tanner, 1965). Sin embargo, el sistema de Tanner, estandarizado en la década de 1960 por J. M. Tanner, se ha consolidado como el método más utilizado para evaluar la maduración sexual. En el presente estudio, la maduración sexual fue determinada a partir del desarrollo de características sexuales secundarias en ambos sexos, siguiendo un protocolo validado para la autoevaluación de la

maduración sexual, $r = 0.61$ a 0.70 (Matsudo & Matsudo, 1994).

Para la clasificación en prepuberal, púberes y pospuberal, se utilizaron:

- Pranchas de Tanner para la identificación de los estadios de maduración.

- Cuestionario de medidas de maduración biológica del formulario de evaluación del proyecto de Ilhabela para la recolección de la fecha de menarca en niñas.

2.5 Criterios de clasificación

2.5.1 Para El Sexo Masculino

La maduración sexual fue determinada considerando la siguiente jerarquía de importancia

1. Desarrollo del vello púbico (según las Pranchas de Tanner):

- Pre-púbere: Estadio I

- Púbere: Estadios II, III y IV

- Pospúbere: Estadios V y VI

2. Desarrollo genital (según las Pranchas de Tanner):

- Pre-púbere: Estadio I

- Púbere: Estadios II, III y IV

- Pospúbere: Estadio V

3. Desarrollo del vello axilar (según el Formulario de Evaluación de Ilhabela):

- Pre-púbere: Nivel I – ausencia

- Púbere: Nivel II – presencia parcial

- Pospúbere: Nivel III – presencia total

2.5.2 Para El Sexo Femenino

La clasificación de la maduración sexual se estableció con base en los siguientes criterios

1. Presencia de menarca (según el Formulario de Evaluación de Ilhabela):

- Pre-púbere: Sin menarca (Estadio I)
- Púbere: Hasta 1 año y 11 meses después de la menarca (Estadio II)
- Pospúbere: Más de 2 años después de la menarca (Estadio III)

2. Desarrollo del vello púbico (según las Pranchas de Tanner):

- Pre-púbere: Estadio I
- Púbere: Estadios II, III y IV
- Pospúbere: Estadios V y VI

3. Desarrollo de las glándulas mamarias (según las Pranchas de Tanner):

- Pre-púbere: Estadio I
- Púbere: Estadios II, III y IV
- Pospúbere: Estadio V

2.6 Evaluación De La Actividad Física

La evaluación de la actividad física (AF) en términos de intensidad y nivel de actividad física (NAF) se realizó mediante métodos subjetivos validados. Para ello, se utilizaron tres cuestionarios ampliamente reconocidos en estudios epidemiológicos: el IPAQ-Corto, Versión 8 (Matsudo et al., 2001), diseñado para evaluar la frecuencia e intensidad de la actividad física en diversos entornos; el Youth Risk Behavior Survey (YRBS) (Guedes & Lopes, 2010), utilizado para identificar comportamientos de riesgo relacionados con la actividad física en adolescentes; y el Cuestionario de Dieta y Estilo de Vida (QDEV), derivado del Proyecto ISCOLE (Ferrari et al., 2015; Muthuri et al., 2016), un estudio multicéntrico internacional sobre obesidad infantil. Estos instrumentos permitieron recopilar datos sobre la práctica de actividad física de los participantes de manera estandarizada y comparativa.

2.7 Acelerometría

La actividad física fue monitoreada de manera objetiva mediante acelerometría, utilizando el dispositivo ActiGraph GT3X-BT. El acelerómetro fue colocado en la cintura de los participantes, asegurado con una correa elástica, alineado con la línea axilar media del lado derecho. Se instruyó a los escolares a utilizar el dispositivo durante 24 horas al día durante al menos siete

días consecutivos, incluyendo dos días de fin de semana, retirándolo únicamente durante el baño o en actividades acuáticas (Joensuu et al., 2021; Joensuu et al., 2018). Para garantizar la validez de los datos, solo se incluyeron registros con un mínimo de cinco días de uso, de los cuales al menos uno debía ser un día de fin de semana, y con un mínimo de 10 horas diarias de uso efectivo. Los períodos correspondientes al sueño fueron excluidos del análisis. El procesamiento de los datos se realizó mediante la versión 5.6 del software ActiLife (ActiGraph, Pensacola, FL, EE.UU.). Se consideraron como tiempo de no uso y fueron descartados de los análisis aquellos períodos con bloques consecutivos de 20 minutos de 0 counts. Los datos fueron registrados con una frecuencia de muestreo de 80 Hz, descargados en intervalos de un segundo y posteriormente agregados en períodos de 15 segundos (Estivaletti et al., 2022). Para la clasificación de la actividad física moderada a vigorosa (AFMV), se utilizó un punto de corte de ≥ 574 counts/15 segundos, el cual ha demostrado ser el más preciso en la clasificación de niveles de AFMV en escolares, según la evidencia científica más reciente (Clevenger et al., 2019; Katzmarzyk et al., 2015). La intensidad de la actividad física fue evaluada en tres categorías: moderada, vigorosa y moderada a vigorosa (AFMV). Además, se determinó el nivel de actividad física (NAF) en función del cumplimiento o no de la recomendación de 300 minutos semanales de actividad física moderada a vigorosa (White et al., 2022). Esta evaluación se realizó utilizando los cuatro instrumentos previamente mencionados, siguiendo los criterios establecidos en el cuadro a continuación.

Tabla 1: (a) Métodos De Evaluación De La Actividad Física Y Cumplimiento De Recomendaciones Semanales.

Intensidad De La Actividad Física	Actividad Física En La Semana	IPAQ Corto V.8	YRBS	QDEV	Acelerometría
Actividad Física Moderada (AFM)	Medición de la AFM – minutos por semana	Pregunta 1a (días/sem) × 1b (min) + Pregunta 2a (días/sem) × 2b (min)	-	-	Medición objetiva de AFM – minutos por semana
Actividad Física Vigorosa (AFV)	Medición de la AFV – minutos por semana	Pregunta 3a (días/sem) × 3b (min)	-	-	Medición objetiva de AFV – minutos por semana
Actividad Física Moderada A Vigorosa (AFMV)	Suma de los resultados de AFM + AFV en la semana	Pregunta 3: número de días × 60 min	Pregunta 12: número de días × 60 min	Suma de los resultados de AFM + AFV en la semana	Medición objetiva de AFMV – minutos por semana

Tabla 1: (b) Métodos De Evaluación De La Actividad Física Y Cumplimiento De Recomendaciones Semanales

Intensidad De La Actividad Física	Actividad Física En La Semana	IPAQ V.8	Corto	YRBS	QDEV	Acelerometría
Nivel De Actividad Física (NAF)	Cumple recomendación ≥ 300 min/sem (Sí/No)	Evaluación de AFMV ≥ 300 min/sem		Evaluación de AFMV ≥ 300 min/sem	Evaluación de AFMV ≥ 300 min/sem	Evaluación de AFMV ≥ 300 min/sem

Nota: AF (Actividad Física), AFV (Actividad Física Vigorosa) y AFMV (Actividad Física Moderada a Vigorosa).

2.8 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico, se aplicó el Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov, identificando que los datos no seguían una distribución normal, por lo que se adoptaron pruebas no paramétricas. Para la comparación entre los diferentes estadios de maduración sexual, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, seguida del ajuste de Bonferroni para localizar diferencias específicas entre los grupos. Para la comparación del cumplimiento de la recomendación de actividad física, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney. El análisis descriptivo de los datos se presentó mediante media, desviación estándar, mediana, valores mínimo y máximo. Todos los cálculos y análisis estadísticos fueron realizados con el software IBM SPSS Statistics 25, adoptando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

3. Resultados

Las características generales de la muestra se presentan en la Tabla 2, la cual está compuesta por 428 individuos, distribuidos en 38,55% de sexo masculino y 61,45% de sexo femenino. En cuanto a la clasificación por estadios de maduración sexual, el 44,39% de los participantes fueron identificados como prepuberal, el 37,15% como púberes, y el 18,46% como pospuberal.

Tabla 2: Distribución De La Muestra Según Sexo Y Estadio De Maduración Sexual

Sexo	Estadios De Maduración Sexual								Total	
	Cantidad	%	Prepuberal	%	Puberal	%	Pospuberal	%		
Masculino	165	38,55	39	23,64	103	62,42	23	13,94	165	100,00
Femenino	263	61,45	151	57,41	56	21,29	56	21,29	263	100,00
Total	428	100,00	190	44,39	159	37,15	79	18,46	428	100,00

La Tabla 3 presenta la distribución de la edad en relación con los estadios de maduración sexual, con un rango de 8 a 17 años. Se observa que la edad promedio de maduración sexual en los niños es menor que en las niñas en los distintos estadios. En el estadio prepuberal, la media de edad fue de $9,7 \pm 0,9$ años en niños y $10,6 \pm 1,3$ años en niñas. En el estadio puberal, la media fue de $11,9 \pm 1,8$ años en el sexo masculino y $12,7 \pm 1,4$ años en el sexo femenino.

Tabla 3: Edad Promedio Por Estadio De Maduración Sexual

Edad 8 A 17 Años		
Estadio De Maduración Sexual	Media ($\bar{x}$)	Valor p
Sexo Masculino		
Prepuberal	9,7±0,9 ^{b,c}	<0,001
Puberal	11,9±1,8 ^{a,c}	
Pospuberal	14,4±1,7 ^{a,b}	
Sexo Femenino		
Prepuberal	10,6±1,3 ^{b,c}	<0,001
Puberal	12,7±1,4 ^{a,c}	
Pospuberal	14,2±1,6 ^{a,b}	

Nota: Prueba de Kruskal-Wallis, a diferencia con prepuberal, b diferencia con puberal, c diferencia con pospuberal; p < 0,05

La Tabla 4 presenta la distribución del número de evaluaciones según el instrumento utilizado, sexo y estadio de maduración sexual. Las evaluaciones se dividieron de la siguiente manera: IPAQ (26,35%), YRBS (25,31%), QDEV (23,65%) y acelerometría (24,69%).

Tabla 4: Número De Evaluaciones Por Método De Medición, Género Y Estadio De Maduración

	Sexo Masculino			Sexo Femenino		
	Prepuberal	Puberal	Pospuberal	Prepuberal	Puberal	Pospuberal
Instrumento	n	n	n	n	n	n
IPAQ	2	28	8	44	21	24
YRBS	7	38	7	38	19	13
QDEV	1	34	11	21	22	25
Acelerometria	30	25	1	63	0	0

Observación: (*) El 16,36% de los participantes del sexo masculino y el 11,41% del sexo femenino realizaron simultáneamente las evaluaciones IPAQ y YRBS, aplicándose ambos instrumentos durante la misma sesión de evaluación física.

En la Tabla 5 se presentan los tiempos semanales de actividad física según su intensidad (moderada, vigorosa y moderada a vigorosa – AFM, AFV y AFMV), distribuidos por sexo y estadio de maduración sexual

Tabla 5: Comparación Del Tiempo Semanal De Actividad Física Según Intensidad, Sexo Y Estadio De Maduración Sexual

Tiempo Por Intensidad De Actividad Física Semanal												
Estadio de Maduración	AFM				AFV				AFMV			
Sexo	$\bar{x} \pm \sigma$	Mediana	Min - Max	p	$\bar{x} \pm \sigma$	Mediana	Min - Max	p	$\bar{x} \pm \sigma$	Mediana	Min - Max	p
Masculino												
Prepuberal	408,7±411,6	311	85-2480	0,28	203,9±555,0	58	3-3125	0,002	450,2±476,6	363	0-2802	0,51
Puberal	562,7±514,4	392	0-2760		295,2±399,1	155	0-2100		421,1±505,4	270	0-4200	
Pospuberal	1149,6±1390,4	510	70-3990		296,9±311,4	210	0-1020		588,8±990,5	315	0-4200	
Femenino												
Prepuberal	410,3±500,7	265	0-3280	0,01	158,9±426,9	64	0-3570	0,03	435,3±524,4	275	0-4590	0,11
Puberal	846,7±1177,8	420	50-4680		176,7±426,9	30	0-1440		334,3±513,2	120	0-2430	
Pospuberal	973,8±1144,7	645	50-5435		410,3±669,2	180	0-2580		594,4±1200,1	163	0-8015	
Nota: AFM: Actividad Física Moderada; AFV: Actividad Física Vigorosa; AFMV: Actividad Física Moderada a Vigorosa; p < 0,05.												

Las comparaciones visuales se muestran en el Gráfico 1. Los resultados del estudio revelan una mayor prevalencia de actividad física moderada (AFM) en todos los estadios de maduración sexual en comparación con la actividad vigorosa (AFV), tanto en el sexo masculino como en el femenino, siendo esta diferencia especialmente marcada en la fase pospuberal.

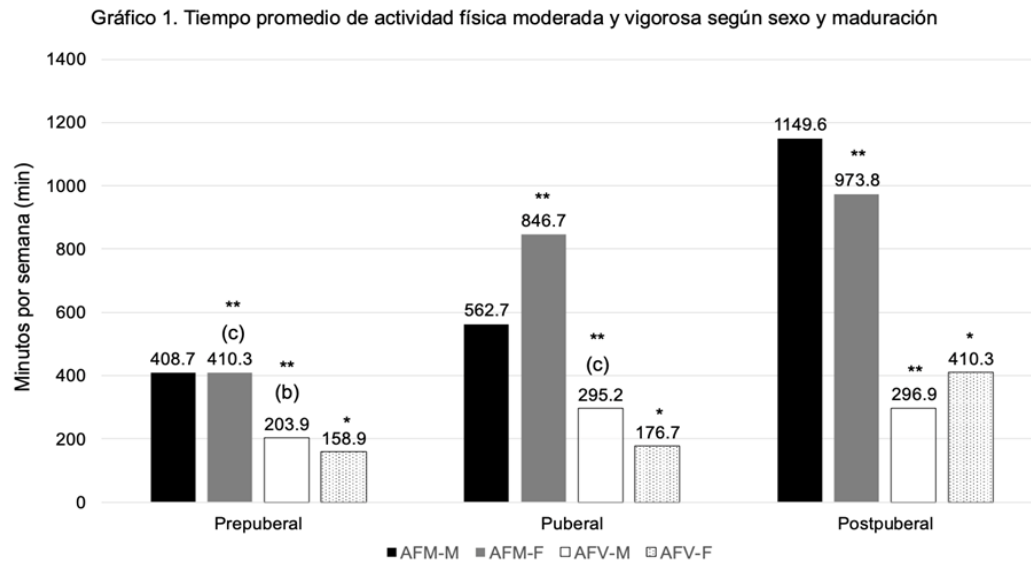


Gráfico 1: Comparación Del Tiempo Semanal De Actividad Física Por Intensidad, Sexo Y Estadio De Maduración Sexual.

Leyenda: AFM: actividad física moderada; AFV: actividad física vigorosa. M: masculino; F: femenino. Prueba de Kruskal-Wallis. a: diferencia con el grupo prepuberal; b: diferencia con el grupo puberal; c: diferencia con el grupo pospuberal. Significancia: $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**).

Finalmente, la Tabla 6 presenta el porcentaje de cumplimiento de la recomendación de realizar al menos 300 minutos semanales de actividad física, según el sexo y el estadio de maduración sexual.

Tabla 6: Distribución Del Cumplimiento De La Recomendación De Actividad Física Por Sexo Y Estadio De Maduración

Estadio Maduración	De	Cumple (300min/ Sem)	Recomendación	No	Cumple (300min/ Sem)	Recomendación
	n	%	p	n	%	p
Masculino						
Prepuberal	21	55,2	0.06	17	44,7	0.03
Puberal	37	45,6	<0.001	44	54,3	0.001
Pospuberal	9	47,3	0,1	10	52,6	0,43
Total 165 (38,5%)	67	48,5		71	51,4	
Femenino						
Prepuberal	59	44,3	<0.001	74	55,6	<0.001
Puberal	13	26,0	0.002*	37	74,0	0.001
Pospuberal	17	34,0	0.03*	33	66,0	0.04
Total 263 (61,4%)	89	38,2		144	61,8	

Leyenda: *Prueba U de Mann-Whitney, con significancia de $p < 0,05$.

Con base en estos datos, el Gráfico 2 permite visualizar que el

cumplimiento del nivel de actividad física (NAF) recomendado es consistentemente menor en el sexo femenino en comparación con el masculino. Esta diferencia se observa en todas las fases de maduración: en la etapa prepuberal ($\Delta\% = -10,19\%$), en la puberal ($\Delta\% = -19,68\%$) y en la pospuberal ($\Delta\% = -13,37\%$). Además, en ambos sexos se identificó una disminución en el cumplimiento del NAF entre las fases prepuberal y puberal, con una diferencia de $-9,58\%$ en los varones y $-18,36\%$ en las mujeres. Sin embargo, entre las fases puberal y pospuberal se observó una recuperación parcial, con un aumento del cumplimiento de $+1,69\%$ en el sexo masculino y $+8,00\%$ en el femenino.

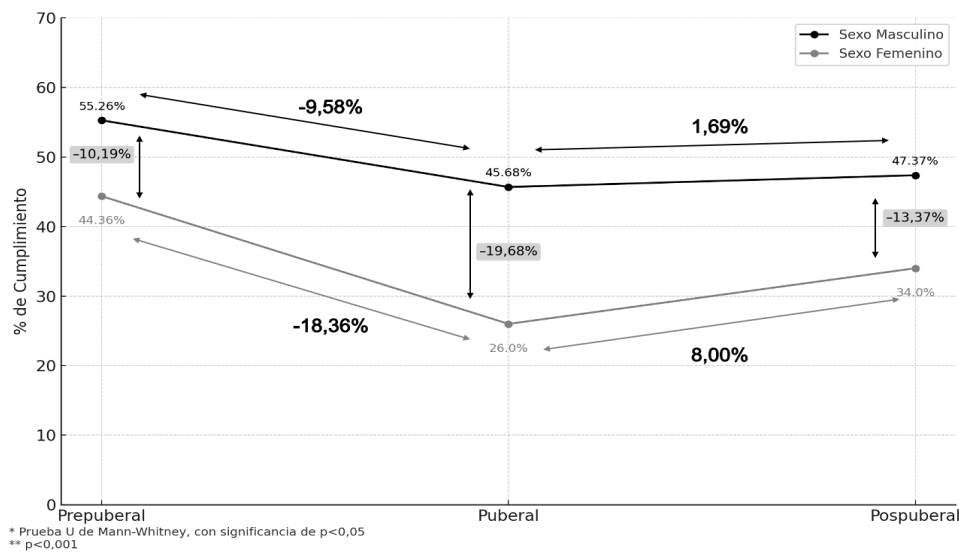


Gráfico 2: Comparación Del Cumplimiento De Actividad Física Recomendada (≥ 300 Min/Sem) Entre Sexos Y Fases De Maduración

4. Discusión

En primer lugar, se observó que la edad media de maduración sexual fue menor en los niños que en las niñas en los estadios prepuberal ($\bar{x} = 9,7 \pm 0,9$ vs. $10,6 \pm 1,3$) y puberal ($\bar{x} = 11,9 \pm 1,8$ vs. $12,7 \pm 1,4$). Este hallazgo contradice la evidencia clásica, como la de Malina et al., quienes afirman que, en promedio, las niñas maduran aproximadamente dos años antes que los niños (Malina et al., 2004). Sin embargo, estudios más recientes permiten matizar esta diferencia. Por ejemplo, el estudio de Hoyt et al., basado en una muestra representativa de 14.545 adolescentes estadounidenses, encontró que el momento promedio de la menarquia en niñas fue de 12,19 años (DE = 1,40), mientras que en los niños la puntuación media de desarrollo físico fue de 2,71 (DE = 0,82) en una escala de 1 a 5, lo que indica un avance moderado hacia la maduración (Hoyt et al., 2020). Además, el estudio genético de Cousminer et al. mostró que, si bien la pubertad tiende a iniciarse antes en niñas, existen diferencias importantes en la arquitectura genética del inicio

puberal según el sexo, con variantes como LIN28B, TMEM38B y MKL2 mostrando efectos específicos en hombres y mujeres (Cousminer et al., 2016). Estas diferencias metodológicas, así como las características sociodemográficas y culturales de la muestra actual, podrían explicar el desfase observado respecto a lo reportado por la literatura clásica. En cuanto al tipo e intensidad de actividad física, se observó una mayor participación en actividades moderadas (AFM) en todos los estadios de maduración sexual, tanto en niños como en niñas, especialmente en la fase pospuberal. Esta tendencia coincide con estudios que reportan una disminución progresiva en la actividad física vigorosa (AFV) conforme avanza la maduración biológica. Remmel et al. demostraron que los niveles de AFMV bajaron de $69,0 \pm 26,7$ min/día en la pubertad a $57,9 \pm 26,5$ min/día en la adolescencia tardía, mientras el tiempo sedentario aumentó significativamente (Remmel et al., 2021). De forma complementaria, Brazo-Sayavera et al., en un estudio con más de 219.000 adolescentes latinoamericanos, encontraron que los niños cumplían más las recomendaciones de AFMV que las niñas, con diferencias de hasta 13,5 puntos porcentuales (Brazo-Sayavera et al., 2021). Además, se observó que el sexo masculino presentó un mayor porcentaje de cumplimiento de la recomendación de al menos 300 minutos semanales de actividad física moderada a vigorosa (AFMV) en todos los estadios de maduración sexual: prepuberal ($\Delta\% = -10,19\%$), puberal ($\Delta\% = -19,68\%$) y pospuberal ($\Delta\% = -13,37\%$), en comparación con el sexo femenino. Este hallazgo es consistente con estudios como el de Béghin et al., en el marco del proyecto HELENA, que identificó mayores niveles de actividad física en varones adolescentes frente a las mujeres en diferentes contextos europeos (Béghin et al., 2012). Telford et al. también destacan que las niñas enfrentan mayores barreras socio ecológicas individuales, familiares y escolares que limitan su participación en actividades físicas (Telford et al., 2016). Por ejemplo, Cumming et al. demostraron que las adolescentes con maduración temprana tienen una menor participación en AFMV, y que esta relación está mediada por una menor percepción de atractivo corporal y autovaloración física; en su estudio, el 33 % de las niñas que maduraron antes del promedio reportaron baja autoestima física, lo que se asoció significativamente con menores niveles de AFMV en comparación con sus pares de maduración media o tardía (Cumming et al., 2020). Asimismo, Campos et al., en una revisión sistemática que analizó 12 estudios internacionales, concluyeron que los niveles de actividad física tienden a ser más altos en etapas iniciales de maduración sexual y decrecen conforme avanza este proceso; en varios estudios revisados, se observó una reducción de hasta un 25 % en la AFMV entre adolescentes en fase pospuberal respecto a los prepuberales. Aunque esta tendencia fue común, los autores reconocen que la evidencia aún no es concluyente y se requieren más investigaciones para comprender completamente dicha relación (Campos et al., 2021). Asimismo, nuestros resultados muestran que el cumplimiento del NAF

disminuye entre la fase prepuberal y puberal, especialmente en niñas ($\Delta\% = -18,36\%$ vs. $-9,58\%$ en niños), con una recuperación posterior en el periodo pospuberal ($\Delta\% = +8,0\%$ en niñas; $+1,69\%$ en niños). Este patrón concuerda con Remmel et al., quienes observaron una caída en la AFMV de $69,0 \pm 26,7$ a $57,9 \pm 26,5$ min/día entre los 12 y 18 años, junto con un aumento del tiempo sedentario ($+102,6$ min/día) (Remmel et al., 2021). Caldwell et al. reportaron que incluso en adolescentes Tsimane, la AFMV disminuye significativamente en la pubertad ($p < 0,01$), con mayor sedentarismo en niñas (Caldwell et al., 2023). Además, Pachucki et al. identificaron que la similitud en el estadio puberal influye en las amistades, afectando la participación conjunta en AF, especialmente entre chicas, quienes tienden a agruparse por nivel de desarrollo físico (Pachucki et al., 2024). Sember et al. señalaron que la actividad física moderada a vigorosa (AFMV) disminuye progresivamente con la edad en ambos sexos, pero esta caída se asocia más con la edad biológica que con la cronológica, lo que refuerza la importancia de considerar la maduración sexual en investigaciones sobre comportamiento físico (Sember et al., 2020). En esta línea, nuestros datos mostraron una baja general de AFMV durante la pubertad. A nivel global, Ackah et al. estimaron que solo el 20% de los adolescentes africanos de entre 12 y 17 años cumplen con las recomendaciones de AFMV, con una marcada brecha de género: el 25% de los varones frente a apenas el 16% de las niñas (Ackah et al., 2022). De forma complementaria, Reilly et al., en un análisis global de tendencias recientes, confirmaron que los niveles de AF se mantienen estables, pero en niveles preocupantemente bajos, siendo la desigualdad de género un moderador clave de esta tendencia (Reilly et al., 2022). Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de estrategias de promoción física sensibles al sexo y la maduración. Una fortaleza de este estudio fue la combinación de métodos subjetivos y objetivos para medir la actividad física, lo que permitió identificar divergencias entre instrumentos y generar nuevas preguntas sobre su aplicabilidad en escolares. No obstante, presenta limitaciones como la concentración de la muestra con acelerometría en edades de 9 a 11 años, el diseño transversal que impide establecer causalidad, y su enfoque exclusivo en el nivel de actividad física. Además, los resultados no son generalizables a toda la población brasileña por su carácter local. Aun así, los hallazgos aportan información valiosa sobre el impacto de la maduración biológica en la práctica de actividad física, y ofrecen insumos relevantes para diseñar intervenciones escolares y políticas públicas más efectivas.

5. Conclusión

Los hallazgos del estudio evidencian que el nivel de actividad física varía según el sexo y el estadio de maduración biológica, siendo la pubertad un punto crítico de descenso, especialmente entre las niñas. Estos resultados refuerzan la importancia de considerar la maduración sexual en el diseño de

intervenciones educativas y políticas públicas que promuevan la actividad física de forma equitativa y adaptada al desarrollo de niños y adolescentes.

6. Agradecimiento

Los autores agradecen al Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS) por su compromiso histórico con la investigación en crecimiento, desarrollo y aptitud física. También se extiende el agradecimiento a los estudiantes, familias, docentes y profesionales de Ilhabela por su participación y colaboración en las evaluaciones a lo largo de los años, haciendo posible la continuidad y solidez del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackah, M., Owiredun, D., Salifu, M. G., & Yeboah, C. O. (2022). Estimated prevalence and gender disparity of physical activity among 64,127 in-school adolescents (aged 12–17 years): A multi-country analysis of Global School-based Health Surveys from 23 African countries. *PLOS Global Public Health*, 2(10), e0001016.
- Araujo, R. H., Werneck, A. O., Martins, C. L., Barboza, L. L., Tassitano, R. M., Aguilar-Farias, N., Jesus, G. M., Ramírez-Vélez, R., Tesler, R., & Oyeyemi, A. L. (2024). Global prevalence and gender inequalities in at least 60 min of self-reported moderate-to-vigorous physical activity 1 or more days per week: an analysis with 707,616 adolescents. *Journal of Sport and Health Science*, 13(5), 709-716.
- Aslam, S. (2020). Endocrine events involved in puberty: A revisit to existing knowledge. *Life and Science*, 1(1), 12-12.
- Ayu, R. (2023). Changes in Sexual Maturity (Puberty): A Narrative Literature Review. *Sriwijaya Journal of Pediatrics*.
- Barbosa Filho, V. C., Costa, R. M. d., Knebel, M. T. G., Oliveira, B. N. d., Silva, C. B. d. A., & Silva, K. S. d. (2018). A prevalência de atividade física global entre jovens: uma revisão sistemática para o Report Card Brazil 2018. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 20, 367-387.
- Béghin, L., Huybrechts, I., Vicente-Rodríguez, G., De Henauw, S., Gottrand, F., Gonzales-Gross, M., Dallongeville, J., Sjöström, M., Leclercq, C., & Dietrich, S. (2012). Main characteristics and participation rate of European adolescents included in the HELENA study. *Archives of public Health*, 70, 1-11.
- Brasil, I. Pesquisa Nacional de Saúde Do Escolar: 2019/IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais.; 2021. Acessado em 8 de maio de 2022. In.
- Brazo-Sayavera, J., Aubert, S., Barnes, J. D., González, S. A., & Tremblay, M. S. (2021). Gender differences in physical activity and sedentary behavior: Results from over 200,000 Latin-American children and adolescents.

- PLoS One*, 16(8), e0255353.
- Caldwell, A. E., Cummings, D. K., Hooper, P. L., Trumble, B. C., Gurven, M., Stieglitz, J., Davis, H. E., & Kaplan, H. (2023). Adolescence is characterized by more sedentary behaviour and less physical activity even among highly active forager-farmers. *Proceedings of the Royal Society B*, 290(2010), 20231764.
- Campos, C. G., Carlos, F. d. M., Muniz, L. A., Bila, W. C., Damasceno, V. d. O., Romano, M. C. C., & Lamounier, J. A. (2021). Physical activity and adolescent sexual maturity: a systematic review. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, 1823-1832.
- Chrysant, S. G., & Chrysant, G. S. (2023). Association of physical activity and trajectories of physical activity with cardiovascular disease. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 21(2), 87-96.
- Clevenger, K. A., Pfeiffer, K. A., Mackintosh, K. A., McNarry, M. A., Brønd, J., Arvidsson, D., & Montoye, A. H. (2019). Effect of sampling rate on acceleration and counts of hip-and wrist-worn ActiGraph accelerometers in children. *Physiological Measurement*, 40(9), 095008.
- Cousminer, D. L., Widén, E., & Palmert, M. R. (2016). The genetics of pubertal timing in the general population: recent advances and evidence for sex-specificity. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 23(1), 57-65.
- Cumming, S. P., Harrington, D. M., Davis, M. J., Edwardson, C. L., Gorely, T., Khunti, K., Rowlands, A. V., Yates, T., & Sherar, L. B. (2020). Maturation timing, physical self-perceptions and physical activity in UK adolescent females: investigation of a mediated effects model. *Annals of Human Biology*, 47(4), 384-390.
- da Silva Júnior, J. P., Dornellas, W., Moda, P. P. O., Sales, D. R. L., Estivaleti, F., Bergamo, R. R., & Matsudo, V. K. R. (2024). Secular trend of 30 years of agility and speed of girls from Ilhabela. *Journal Health NPEPS*, 9(1).
- Dobbins, M., Husson, H., DeCorby, K., & LaRocca, R. L. (2013). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane database of systematic reviews*(2).
- Emmanuel, M., & Bokor, B. R. (2017). Tanner stages.
- Estivaleti, J. M. O., Bergamo, R. R., Oliveira, L. C., Beltran, D. C. G., Silva Junior, J. P. D., Santos, M. D., & Matsudo, V. K. R. (2022). Physical activity level measured by accelerometry and physical fitness of schoolchildren. *Rev Paul Pediatr*, 41, e2021230.
- Ferrari, G. L., Farias, R. M., Matsudo, S. M., & Matsudo, V. K. (2013). Uma revisão de três décadas do projeto misto-longitudinal de crescimento, desenvolvimento e aptidão física de Ilhabela. *Revista de Atenção à Saúde*, 11(36), 57-67.
- Ferrari, G. L. d. M., Araújo, T. L., Oliveira, L. C., Matsudo, V., & Fisberg, M. (2015). Association between electronic equipment in the bedroom and

- sedentary lifestyle, physical activity, and body mass index of children. *Jornal de Pediatria*, 91, 574-582.
- Ferrari, G. L. d. M., Silva, L. J., Ceschini, F. L., Oliveira, L. C., Andrade, D. R., & Matsudo, V. K. R. (2008). Influência da maturação sexual na aptidão física de escolares do município de Ilhabela-um estudo longitudinal. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 13(3), 141-148.
- Gonc, E. N., & Kandemir, N. (2022). Body composition in sexual precocity. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 29(1), 78-83.
- Guedes, D. P., & Lopes, C. C. (2010). Validation of the Brazilian version of the 2007 youth risk behavior survey. *Revista de Saúde Pública*, 44, 840-850.
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1· 6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35.
- Hoyt, L. T., Niu, L., Pachucki, M. C., & Chaku, N. (2020). Timing of puberty in boys and girls: Implications for population health. *SSM-population Health*, 10, 100549.
- Joensuu, L., Kujala, U. M., Kankaanpää, A., Syväoja, H. J., Kulmala, J., Hakonen, H., Oksanen, H., Kallio, J., & Tammelin, T. H. (2021). Physical fitness development in relation to changes in body composition and physical activity in adolescence. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(2), 456-464.
- Joensuu, L., Syväoja, H., Kallio, J., Kulmala, J., Kujala, U. M., & Tammelin, T. H. (2018). Objectively measured physical activity, body composition and physical fitness: Cross-sectional associations in 9-to 15-year-old children. *European journal of sport science*, 18(6), 882-892.
- Katzmarzyk, P. T., Barreira, T. V., Broyles, S. T., Champagne, C. M., Chaput, J.-P., Fogelholm, M., Hu, G., Johnson, W. D., Kuriyan, R., & Kurpad, A. (2015). Physical activity, sedentary time, and obesity in an international sample of children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(10), 2062-2069.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2009). *Crescimento, maturação e atividade física* (Vol. 784). Phorte São Paulo.
- Matsudo, S., Araújo, T., Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., & Braggion, G. (2001). Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev. bras. ativ. fís. saúde*, 05-18.
- Matsudo, S. M. M., & Matsudo, V. K. R. (1994). Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol*, 6(4), 451-455.
- Moore, S. A., Cumming, S. P., Balletta, G., Ramage, K., Eisenmann, J. C., Baxter-Jones, A. D., Jackowski, S. A., & Sherar, L. B. (2020). Exploring the relationship between adolescent biological maturation, physical

- activity, and sedentary behaviour: a systematic review and narrative synthesis. *Annals of Human Biology*, 47(4), 365-383.
- Muthuri, S. K., Onywera, V. O., Tremblay, M. S., Broyles, S. T., Chaput, J.-P., Fogelholm, M., Hu, G., Kuriyan, R., Kurpad, A., & Lambert, E. V. (2016). Relationships between parental education and overweight with childhood overweight and physical activity in 9–11 year old children: Results from a 12-country study. *PLoS One*, 11(8), e0147746.
- Pachucki, M. C., Hoyt, L. T., Niu, L., Carbonaro, R., Tu, H. F., Sirard, J. R., & Chandler, G. (2024). Disentangling associations between pubertal development, healthy activity behaviors, and sex in adolescent social networks. *PLoS One*, 19(5), e0300715.
- Reilly, J. J., Barnes, J., Gonzalez, S., Huang, W. Y., Manyanga, T., Tanaka, C., & Tremblay, M. S. (2022). Recent secular trends in child and adolescent physical activity and sedentary behavior internationally: analyses of active healthy kids global alliance global matrices 1.0 to 4.0. *Journal of Physical Activity and Health*, 19(11), 729-736.
- Rommel, L., Tamme, R., Tillmann, V., Mäestu, E., Purge, P., Mengel, E., Riso, E.-M., & Jürimäe, J. (2021). Pubertal physical activity and cardiorespiratory fitness in relation to late adolescent body fatness in boys: A 6-year follow-up study. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4881.
- Sember, V., Jurak, G., Kovač, M., Đurić, S., & Starc, G. (2020). Decline of physical activity in early adolescence: A 3-year cohort study. *PLoS One*, 15(3), e0229305.
- Tambalis, K. D. (2022). Physical activity, physical education, and health benefits in children and adolescents. *European Journal of Public Health Studies*, 5(1).
- TAMME, R. Associations between pubertal hormones and physical activity levels, and subsequent bone mineral characteristics.
- Tanner, J. (1965). The trend towards earlier physical maturation. Biological Aspects of Social Problems: A Symposium held by the Eugenics Society in October 1964,
- Telford, R. M., Telford, R. D., Olive, L. S., Cochrane, T., & Davey, R. (2016). Why are girls less physically active than boys? Findings from the LOOK longitudinal study. *PLoS One*, 11(3), e0150041.
- Vijayakumar, N., Youssef, G., Allen, N. B., Anderson, V., Efron, D., Mundy, L., Patton, G., Simmons, J. G., Silk, T., & Whittle, S. (2021). The effects of puberty and its hormones on subcortical brain development. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 7, 100074.
- White, D. A., Willis, E. A., Ptomey, L. T., Gorczyca, A. M., & Donnelly, J. E. (2022). Weekly frequency of meeting the physical activity guidelines and cardiometabolic health in children and adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(1), 106.