

Maturational Age: Impact on Body Composition and Muscle Strength in Adolescent Athletes

Silvia Adriana Vega ^{1, *}, Mariana Gisel Martinez ¹, Camila Eleonora Vera ¹, Candela Evangelina Sacchi ¹, Natalia del Valle Belzunce Lagos ¹, Luciano Oscar Cometta Kordich ¹, Inalen del Valle Chacon ¹, Nadia Romina Bentivegna ¹, Gustavo Fabián Fernández ²

¹ Facultad de Ciencias de la Salud- Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

² Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia- Universidad Nacional de San Luis, San Luis CP 5700, Argentina

* Corresponding author email: esp.silviavega@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.34256/ijk2439>

Received: 19-10-2024; Revised: 03-12-2024; Accepted: 15-12-2024; Published: 27-12-2024



Abstract

Introduction: Maturational status influences in physical and athletic performance, within the same chronological age group, early maturers may outperform late maturers in body composition and strength tests. The correlation of maturational status with body composition and muscle strength could estimate differences in physical performance among adolescents. **Objective:** to analyze the impact of maturational age on body composition and muscle strength in adolescent athletes from San Luis. **Methodology:** a descriptive, analytical, quantitative, correlational cross-sectional Study. **Sample:** N=201 adolescents of both sexes, from 14 to 19 years old from San Luis. The maturational status and body composition (BC) were assessed anthropometrically by ISAK protocol, grip strength (Handgrip) was measured with a dynamometer and lower limb strength by Bosco's Protocol (CMJ). The data were tabulated with SPSS22 Software, and Pearson's correlation was performed with a significance level of $p < 0,005$. **Results:** a very significant correlation ($p < 0,001$) was observed between Peak Height Velocity (PHV) and kilograms of muscle, fat, bone, skinfold sum and CMJ; a significant correlation ($p < 0,0018$) for Handgrip. **Conclusion:** The results suggest a significant correlation between PHV age, body composition and muscle strength that could have an impact on athletic performance of adolescents from San Luis-Argentina.

Keywords: Adolescence, Anthropometry, Body Composition, Maturation Age, Physical Performance

Edad Madurativa: Impacto en Composición Corporal y Fuerza Muscular en Deportistas Adolescentes

Resumen

Introducción: El estado de maduración influye en el rendimiento físico y deportivo, en un mismo grupo de edad cronológica, los maduradores tempranos podrían superar a los de maduración tardía en composición corporal y pruebas de fuerza. La correlación del estado madurativo con la composición corporal y fuerza muscular podría estimar las diferencias en el rendimiento físico de los adolescentes. **Objetivo:** Analizar el impacto de la edad madurativa en la composición corporal y fuerza muscular de adolescentes deportistas de San Luis. **Métodos:** Estudio Descriptivo, Analítico, Cuantitativo Correlacional de corte Transversal. **Muestra:** n=201 adolescentes de ambos sexos, de 14 a 19 años de San Luis. El estado madurativo y composición corporal (CC) se evaluaron antropométricamente mediante Protocolo ISAK, fuerza de agarre (Handgrip) mediante dinamómetro y Fuerza en miembros inferiores mediante el Protocolo de Bosco (CMJ). Los datos obtenidos se tabularon con Software SPSS22 y correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** Se observó una correlación muy significativa $p < 0,001$ entre Pico Máximo de Crecimiento (PHV) y kg de Músculo, kg de Grasa, kg de Óseo, Sumatoria de Pliegues y CMJ; una correlación significativa $p < 0,018$ para Handgrip. **Conclusión:** Los resultados obtenidos

permitirían establecer una relación significativa entre la edad de PHV, composición corporal y fuerza muscular que podría impactar en el rendimiento deportivo de los adolescentes de San Luis-Argentina.

Palabras Clave: Adolescencia, Antropometría, Composición corporal, Edad madurativa, Rendimiento físico

Introducción

Conocer la edad madurativa es importante debido a los cambios fisiológicos, funcionales, somáticos y psicológicos que ocurren, como así también debido al incremento del pico de velocidad del crecimiento (PHV), que aumenta la variabilidad biológica en adolescentes, incluso dentro de una misma edad cronológica. A partir de medidas antropométricas como peso, talla y talla sentada, se han sugerido métodos simples y no invasivos para evaluar la madurez biológica de manera transversal. Los mismos utilizan ecuaciones de regresión específicas para cada sexo que predicen la edad del pico máximo de altura (APHV) como las propuestas por Mirwald et al. (2002) y Moore et al. (2015).

Como es sabido, desde hace muchos años se investiga sobre la pubertad y estado madurativo, por ello en la actualidad existen diferentes metodologías para valorarlo tales como, el método radiográfico que valora la edad esquelética y la edad dental, considerado como Gold Estándar; el método de maduración sexual, que evalúa las características sexuales secundarias o estadios Tanner y la edad de la menarquia, que no reflejan el momento exacto del crecimiento y, fuera del ámbito clínico, pueden considerarse como métodos invasivos y poco prácticos. Por último, existen los métodos antropométricos, que estiman el ritmo de la maduración biológica mediante los cambios en la velocidad de crecimiento, si bien presenta limitaciones se utilizan en el ámbito clínico y deportivo por su fiabilidad y validez (Mirwald et al., 2002; Albaladejo Saura et al., 2022).

En este sentido, la valoración de la maduración somática a través de la antropometría fue propuesta a partir de investigaciones de Mirwald et al. (2002) puesto que, conocer la edad en la que los adolescentes realizan el PHV permite clasificarlos como maduradores tempranos, normales o tardíos. Además, a partir de este método, es posible predecir la proximidad, alejamiento o momento exacto del PHV, el cual se interpreta en distintos niveles desde -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4. Siendo los valores negativos el tiempo en años que le falta para realizar el PHV, el cero el momento exacto en que está realizando y los valores positivos el tiempo transcurrido desde el PHV; esto ocurre en todos los niños, con una variación individualmente en su inicio, intensidad y duración. (Gómez Campos et al., 2012), (Rueda Quijano et al., 2019).

Conocer la edad madurativa es importante ya que tiene implicancias en el área del deporte y rendimiento deportivo. Según Toselli et al. (2022), el estado de maduración influye en el rendimiento deportivo dado que, en un mismo grupo de edad cronológica, los maduradores tempranos podrían superar a sus pares con maduración tardía en pruebas de fuerza muscular y composición corporal como masa muscular, adiposa y ósea. Esto se explica debido a que los cambios en la estructura morfológica poseen relación directa con las respuestas fisiológicas frente al ejercicio, pudiendo observarse cuando se compara individuos del mismo rango etario, pero con diferente estadio de maduración; donde los adolescentes con maduración temprana podrían presentar mayores valores en tamaño físico, con aumento de la masa ósea y de la masa muscular y como consecuencia de ello, mejores valores en relación al nivel de rendimiento motor y deportivo en relación a los adolescentes que se encuentran en edades biológicas atrasadas. (Gómez Campos et al., 2012; Vega et al., 2021).

Por otra parte, la condición física está directamente relacionada con el componente motor y muscular y la altura del salto es un buen predictor de la potencia muscular, por tanto, varios tipos de saltos verticales, como el Test de Salto a Contramovimiento (CMJ), se han empleado como test estandarizados del rendimiento físico deportivo. (Guzmán Cárdenas, 2016). El hecho de considerar el CMJ como un movimiento básico, constituye una habilidad altamente específica para numerosas especialidades deportivas (voleibol, baloncesto, fútbol, entre otros.), esto justifica el interés que han tenido los investigadores por describir y justificar su eficiencia (Gutiérrez Dávila et al., 2015). Así mismo, la dinamometría o test de fuerza de agarre o de presión manual es un parámetro que mide la fuerza muscular estática máxima. También es considerada como una herramienta para valorar el rendimiento físico y se incluye entre las pruebas funcionales para la evaluación de deportistas. Podemos afirmar que la masa muscular y la fuerza están íntimamente ligadas, por lo que determinar la masa muscular por medio de la antropometría en los deportistas, será un dato importante para contribuir en la valoración del rendimiento físico deportivo (Guzmán Cárdenas, 2016).

A pesar de que a nivel mundial existen varios estudios realizados sobre la importancia de determinar la edad madurativa por métodos antropométricos y su implicancia en la composición corporal y el rendimiento deportivo individual o grupal, en Argentina, se han realizado pocos estudios referidos a la temática; uno de ellos se realizó en Buenos Aires, por el Mg. Francis Holway y Guerci (2012), en el cual se trabajó con una muestra de 114 adolescentes deportistas de ambos sexos, con el fin de brindar información sobre la capacidad de la antropometría para predecir

el estado madurativo. No obstante, en la provincia de San Luis, Vega et al. (2021), a partir de una muestra de 60 deportistas adolescentes de ambos sexos, evaluaron el estado madurativo, la masa muscular y su impacto en el rendimiento físico. Ambos estudios con el fin de brindar información sobre la capacidad de la antropometría para predecir el estado madurativo, intentando generar un aporte concreto y de relevancia en el campo de las ciencias del deporte y de la nutrición deportiva. El objetivo principal de este trabajo de investigación es describir mediante la antropometría el impacto de la edad madurativa en la composición corporal y fuerza muscular de adolescentes deportistas de San Luis.

Materiales Y Métodos

Tipo de estudio y Metodología

A partir de los datos antropométricos evaluados mediante el Protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) para determinar el estado madurativo y composición corporal, se realizó un estudio descriptivo, analítico, cuantitativo, correlacional de corte transversal. Todos los antropometristas que participaron del estudio fueron certificados por la ISAK en los niveles 1, 2 y 3. El PHV se evaluó mediante la ecuación propuesta por Mirwald et al. (2002). En cuanto al rendimiento físico deportivo, se analizó utilizando el test de niveles de fuerza en miembros inferiores según Protocolo de Bosco para el Salto Contramovimiento (CMJ) y Fuerza de Agarre (Handgrip) para miembros superiores.

Sujetos

La Muestra se conformó por n= 201 adolescentes deportistas de ambos sexos, de los clubes deportivos: Federación Atlética de San Luis; Club Universitario de la Universidad Nacional de San Luis; Club Gimnasia y Esgrima y Pedernera Unidos; Club Alberdi; Club San Lorenzo y del Centro de Desarrollo y Especialización Deportiva Ave Fénix de la provincia de San Luis. *Criterios de inclusión:* Adolescentes deportistas de ambos sexos entre 10 y 19 años; que practicaban deportes en equipo o individuales y que no presentaban dificultades físico-motoras, patológicas o lesiones que imposibiliten realizar la valoración antropométrica y los testeos de fuerza muscular. Todos los adolescentes que cumplían con los criterios de inclusión participaron voluntariamente en el estudio de investigación y firmaron el consentimiento informado aprobado por la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Luis (Resolución CD N 74/2017). Por último, es oportuno mencionar que se trabajó alineados a los conceptos de privacidad y confidencialidad según la declaración de Helsinki.

Procedimiento

Los investigadores para el registro y la medición de variables antropométricas concurren a los diferentes clubes deportivos para evaluar a los adolescentes antes del entrenamiento. Para las variables antropométricas se utilizó el perfil restringido de la ISAK. Todas las medidas se realizaron con los sujetos con ropa ligera y sin calzado. El peso corporal fue evaluado por una báscula de peso Tanita con capacidad de hasta 150 Kg y precisión mínima de 100 g. La talla y talla sentada fueron evaluadas por tallímetro milimetrado Holway de 1mm a 2,20 m; Los perímetros (brazo relajado, brazo flexionado, cintura mínima, cadera máxima, muslo medio y pierna) fueron evaluados con una cinta antropométrica Lufkin inextensible, flexible con una anchura no mayor a 5 mm. Para la medición de los pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medial y pierna) se utilizó plicómetro Holway con una presión de cierre constante de 10 g/mm². Para la evaluación de los diámetros de huesos chicos (humeral, biestiloideo y femoral) se utilizó calibre de huesos cortos Rosscraft Campbell 10 con escala de 15 cm, ramas de 10 cm de largo, una cara de aplicación de 1,5 cm de ancho y una precisión mínima de 1 mm. Por último, para las mediciones que según protocolo ISAK lo requerían, se utilizó cajón antropométrico con las siguientes dimensiones 40 cm de alto x 50 cm de ancho x 30 cm de profundidad.

El análisis de la composición corporal, principalmente en kg de la masa muscular, grasa y ósea, se realizó mediante el método de fraccionamiento de 4 componentes y para tal fin se utilizó el Software Isak Metry desarrollado por Esparza Ros et al. Para la recolección de los datos de los test de fuerza muscular, para el CMJ se utilizó una Proforma de Test de Salto a Contramovimiento; cámara de filmación lenta con 240 capturas por segundo; trípode para posicionar la cámara y realizar los videos de salto a través de la aplicación móvil; para medir y procesar la altura de salto (CMJ) se utilizó la aplicación móvil "My Jump 2" que fue diseñada y validada por científicos en ciencias del deporte. Todos los deportistas fueron evaluados preentrenamiento; para iniciar el test, se posicionaron de pie, erguido y con las manos en la cintura, partiendo desde una posición estática con las rodillas extendidas para luego efectuar una flexo extensión de rodilla-cadera a 90°, es decir el salto vertical. Durante la fase de vuelo y aterrizaje, los miembros inferiores y el tronco se mantuvieron en completa extensión y las manos no se despegaron de la

cintura. Dicho procedimiento se realizó tres veces, con una pausa entre cada salto y se seleccionó el mejor resultado obtenido. Por último, para evaluar la fuerza muscular de miembros superiores, se utilizó un dinamómetro de agarre para medir la fuerza muscular. Para ello, el deportista con una postura erguida y los brazos relajados al costado del cuerpo; sostuvo con la mano dominante el dinamómetro digital marca CAMRY con graduación de 0,5 a 90 kilogramos y realizó la prueba ejecutando su máxima fuerza de agarre por cinco (5) segundos. Posteriormente, se registró la lectura máxima en kilogramos (kg) de tres intentos.

Análisis Estadístico

El análisis fue de tipo descriptivo, analítico, cuantitativo y correlacional. Los resultados obtenidos de la evaluación del estado nutricional de cada adolescente deportista se tabularon con base de datos diseñada para tal fin y Software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 22. Para el análisis descriptivo de las variables medidas en escala numérica se calcularon medidas de tendencia central y dispersión mediana (\bar{x}), valor máximo, valor mínimo, desvío estándar. Para variables cualitativas se utilizó frecuencia porcentual. Por último, se realizó análisis correlacional y la significación estadística se estableció con un valor de $p < 0,05$.

Resultados

De la muestra evaluada según la variable Sexo se observó que el 27,8% eran Adolescentes Mujeres ($n=56/201$) y el 72,2% Adolescentes Varones ($n=145/201$). Para Edad Madurativa (EM) se observó que el 78,6% ($n=158/201$) fueron Maduradores Normales (MN); el 11,9% ($n=24/201$) Maduradores tempranos (MT) y el 9,5% ($n=19/201$) Maduradores tardíos (MTa). No obstante, el 66,6% ($n=16/24$) de MT fueron mujeres y el 89,5% ($n=17/19$) de los MTa eran varones.

En cuanto a la edad del PHV para MN de ambos sexos se encontró una \bar{x} 13,71 años ($DE = 0,76$); MT \bar{x} 11,84 años ($DE= 0,81$) y MTa \bar{x} 15,14 años ($DE= 0,61$).

La Tabla 1 muestra los valores del análisis de la composición corporal (CC) según edad madurativa de la muestra estudiada.

Tabla 1. Valores de composición corporal

COMPOSICIÓN CORPORAL	EDAD MADURATIVA (N=201)					
	Maduradores Tempranos (n=24/201)		Maduradores Normales (n=158/201)		Maduradores Tardíos (n=19/201)	
	\bar{x}	$\pm DE$	\bar{x}	$\pm DE$	\bar{x}	$\pm DE$
M. MUSCULAR (Kg)	23,37	9,08	27,06	6,37	26,90	5,08
M. GRASA (Kg)	21,29	8,80	16,10	5,13	13,30	3,69
M. ÓSEA (Kg)	8,90	2,54	8,91	2,34	9,91	2,24
$\Sigma 6$ PLIEGUES (mm)	97,00	44,2	57,8	25,89	38,00	13,66

Nota: \bar{x} : Mediana; DE: Desvío Estándar; M. Muscular: Masa Muscular; M. Grasa: Masa Grasa; M. Ósea: Masa Ósea; $\Sigma 6$ Pliegues: Sumatoria de Seis Pliegues.

En relación con la composición corporal (CC) se observó que los MTa presentaron + 3,53 kg de masa muscular; +1,01kg de masa ósea; -7,99kg de masa grasa y -59 mm de sumatoria de pliegues que los MT.

En la Tabla 2 se observan los resultados de fuerza muscular según edad madurativa de los adolescentes deportistas evaluados

Tabla 2. Fuerza muscular y edad madurativa

FUERZA MUSCULAR	EDAD MADURATIVA (N=201)					
	Maduradores Tempranos (n=24/201)		Maduradores Normales (n=158/201)		Maduradores Tardíos (n=19/201)	
	\bar{x}	\pm DE	\bar{x}	\pm DE	\bar{x}	\pm DE
CMJ (Kg)	28,35	11,45	29,35	7,91	32,10	10,36
HANDGRIP (Kg)	23,45	7,23	24,65	9,68	23,10	9,76

Nota: \bar{x} : Media; DS: Desvío Estándar; CMJ: Salto Contramovimiento

Con respecto a la variable Fuerza Muscular según valores de CMJ y Handgrip se encontró que los MTa presentaban mejores resultados para CMJ que los MN y MT y no se observaron diferencias para los valores de Handgrip.

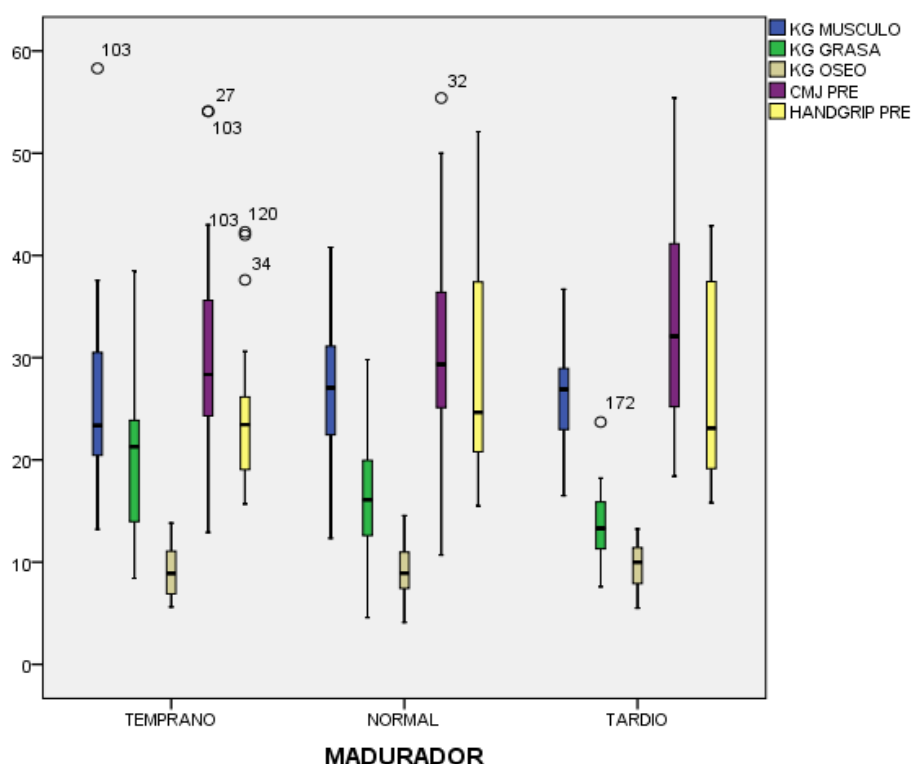


Figura 1 Composición corporal y Fuerza muscular según edad madurativa

Por último, en la Figura 1 se observa la relación entre EM según PHV, CC y FM según test de CMJ y Handgrip, mostró para ambos sexos una correlación muy significativa $p < 0,001$ para PHV en relación a kg de Músculo, kg de Grasa, kg de Óseo, Sumatoria de Pliegues y test CMJ; una correlación significativa $p < 0,018$ para Handgrip. Además, se observó una correlación muy significativa $p < 0,001$ para kg de Músculo, kg de Óseo y Sumatoria de Pliegues y Test CMJ y Handgrip. No se observó diferencia significativa $p > 0,05$ entre kg de Grasa y test de CMJ y Handgrip.

Discusión

Este trabajo presenta datos sobre la edad madurativa, composición corporal y fuerza muscular de adolescentes deportistas de San Luis, Argentina. Si bien hay escasos estudios que relacionen la edad madurativa con la composición corporal y fuerza muscular, los resultados en este estudio son consistentes con los hallazgos de otros estudios de Holway y Guerci (2011) y Vega et.al (2021) que investigaron edad madurativa, masa muscular y fuerza muscular de adolescente deportistas de Argentina.

En cuanto a la edad del PHV en nuestra muestra fue valorado según el método antropométrico diseñado por Mirwald et al (Albaladejo Saura et. al 2022; Gómez Campos et.al 2012); y se encontró para ambos sexos una \bar{x} = 13,71 años para maduradores normales; \bar{x} = 11,84 años para maduradores tempranos y \bar{x} 15,14= años para maduradores tardíos; comparando estos datos con los estudios de Vega et.al (2021) las adolescentes mujeres presentaban una \bar{x} = 12,8 años y una \bar{x} =14 años para los adolescentes varones; así mismo Palacio Mena et. al (2019) que evaluaron waterpolistas adolescente de alto rendimiento de la Federación Madrileña de Natación estimaron el PHV en varones a los 14,2 años y en mujeres a los 14,2 años; también se encontraron similitudes con los hallazgos de Holway y Guerci (2011) donde el sexo femenino presentó una \bar{x} =12,4 años y el sexo masculino una \bar{x} =13,8 años.

Teniendo en cuenta la edad madurativa (EM) según sexo de la población evaluada, el 66,6% (n=16/24) de los maduradores tempranos eran mujeres y el 89,5% (n=17/19) de los maduradores tardíos fueron varones. Estos resultados son consistentes con los informados por Vega et.al (2021) y Holway y Guerci (2011) donde el mayor porcentaje para ambos sexos correspondía a maduradores normales; las adolescentes mujeres en mayor proporción eran maduras normales y tempranas, y los adolescentes varones presentaban mayor porcentaje de maduradores tardíos con respecto a las adolescentes mujeres. Otro hallazgo importante para destacar en nuestro trabajo es que en adolescentes varones no se registraron datos para el PHV correspondiente a maduradores tempranos y solo una adolescente maduradora tardía, lo que difiere a otros estudios de investigación consultados, especialmente Holway y Guerci (2011).

Por otro lado, es importante mencionar que no se encontraron investigaciones previas que analizaran la composición corporal según la edad madurativa ó PHV de los deportistas, lo cual podría considerarse como un aporte relevante de nuestro trabajo a la comunidad científica. Los datos obtenidos muestran que los maduradores tardíos presentaron mayor masa muscular \bar{x} =26,9 kg, y masa ósea \bar{x} = 9,91 kg; menor cantidad de masa grasa \bar{x} = 13,30 kg, menor sumatoria de pliegues \bar{x} = 38 mm con respecto a los maduradores tempranos. Esto podría deberse a que en la muestra casi el 90% de los maduradores tardíos corresponde al sexo masculino. Estos hallazgos podrían ser relevantes para profesionales relacionados con las ciencias del deporte principalmente aquellos vinculados con la toma de decisiones en selección de talentos y agrupación de deportes individuales o de equipo por categorías de edades cronológicas. En este sentido López Plaza et. al 2017 proponen que se consideren a la maduración y no solo al rendimiento deportivo en la selección de atletas a edades tempranas, por las características físicas superiores en los atletas biológicamente más maduros a la misma edad cronológica.

Por último, también se encontraron similitudes con los valores hallados en un estudio realizado por Pérez-Contreras et al., (2021) y Vega et al (2021), sobre la relación entre la composición corporal y fuerza muscular según CMJ que afirman "existen asociaciones significativas entre Masa Muscular con las pruebas de rendimiento físico, estos resultados demuestran que el sprint y salto vertical (CMJ) son dependientes del rendimiento de la potencia y función muscular". Al comparar estos resultados con los hallados en la presente investigación, se encontró concordancia debido a que los maduradores tardíos que presentaban mayores kg de masa muscular presentaron valores más altos del salto a contramovimiento (CMJ).

Este estudio presenta algunas limitaciones a mencionar como la no disponibilidad de estudios previos que analizaran la composición corporal según la edad madurativa de los deportistas y el no seguimiento longitudinal de la muestra.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este estudio de investigación se encontró que los adolescentes Maduradores Tempranos (MT) presentaban valores más elevados de kg de grasa y sumatoria de pliegues tenían valores más bajos en fuerza muscular según test de CMJ y Handgrip. Los Maduradores Tardíos (MTa) presentaban valores más elevados de kg de Músculo, kg de Óseo y valores más bajos de kg de Grasa y sumatoria de pliegues en su composición corporal y mejores valores en test de CMJ y Handgrip. Por lo tanto, se podría establecer una relación significativa entre la edad de PHV, la composición corporal y la fuerza muscular que podría impactar en el rendimiento deportivo de los adolescentes deportistas de San Luis-Argentina. Además, estos datos permitirían realizar la planificación del entrenamiento, selección de talentos y monitoreo de intervenciones nutricionales teniendo en cuenta la maduración ó PHV, así como, seguimiento longitudinal a los maduradores tardíos en los procesos de selección de talentos y deportes por categoría de edad cronológica.

Reconocimiento

Los autores agradecen al Secretario de Deporte, Licenciado Gabriel Rivero y a los clubes deportivos de la provincia de San Luis: Federación Atlética de San Luis; Club Universitario de la Universidad Nacional de San Luis;

References

- Albaladejo Saura, M., Vaquero Cristóbal, R. y Esparza Ros, F. (2022). Métodos de estimación de la maduración biológica en deportistas en desarrollo y crecimiento: Revisión bibliográfica. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(53): 55–75. <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i53.1925>
- Gómez Campos, R., Hespanhol, J., Leite Portella, D., Vargas Vitoria, R., De Arruda, M. y Cossio Bolaños, M. A. (2012). Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: Validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 32(3): 7-17. <https://revista.nutricion.org/PDF/PREDICCION.pdf>
- Gutiérrez Dávila, M., Giles Girela, F., Gonzalez Roperero, C., Gallardo Román, D. y Rojas Ruiz, F. J. (2015). Efecto de la intensidad del contramovimiento sobre el rendimiento del salto vertical. *Apunts. Educación física y deporte*, 119: 87-96. [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.06](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.06)
- Guzmán Cárdenas, E. (2016). *Valoración de la fuerza explosiva en piernas en escolares con edades de 7 a 18 años pertenecientes a cuatro colegios públicos del sur de Bogotá* [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia]. <http://hdl.handle.net/11634/4182>
- Holway, F. E., y Guerci, G. (2012). Capacidad predictiva de los parámetros antropométricos y de maduración sobre el rendimiento de adolescentes noveles en remo-ergómetro. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 47(175): 99–104. <https://core.ac.uk/reader/39044420>
- López Plaza, D., Alacid, F., Muyor, J.M, López Miñarro, P.A. (2017) Differences in Anthropometry, Biological Age and Physical Fitness Between Young Elite Kayakers and Canoeists. *Journal of Human Kinetics*, 57: 181-190.
- Mirwald, R.L., Baxter Jones, A.D.G., Bailey, D.A. y Beunen, G.P. (2002). Una evaluación de la madurez a partir de mediciones antropométricas. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4): 689–694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Moore, L.J., Vine, S.J., Wilson, M.R. y Freeman, P. (2015). Reevaluación de amenazas: cómo optimizar el rendimiento bajo presión. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(3): 339–343. <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0186>
- Palacio Mena, J.M., Borges Hernández, P.J., Alacid, F., Argudo Iturriaga, F.M. (2019) Características antropométricas y estado madurativo de waterpolistas adolescentes de alto rendimiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 12(2): 113-116. <https://doi.org/10.33155/j.ramd.2019.02.002>
- Pérez-Contreras, J., Merino-Muñoz, P., Aedo-Muñoz, E. (2021) Vínculo entre composición corporal, sprint y salto vertical en futbolistas jóvenes de élite de Chile, *MHSalud*, 18(2): 60-75. <http://dx.doi.org/10.15359/mhs.18-2.5>
- Rueda Quijano, S. M., Amador Ariza, M.A., Arboleda, A.M., Otero, J., Cohen, D., Camacho, P.A. y López Jaramillo, P. (2019). Concordancia de la evaluación del desarrollo puberal mediante la escala de Tanner entre adolescentes y un médico entrenado. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(3): 408-13. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.363.4099>
- Toselli, S., Mauro, M., Grigoletto, A., Cataldi, S., Benedetti, L., Nanni, G., Di Miceli, R., Aiello, P., Gallamini, D., Fischetti, F. y Greco, G. (2022). Evaluación de composición corporal y el rendimiento físico de jóvenes futbolistas: diferencias según el nivel competitivo. *Biology*, 11(6), 823. <https://doi.org/10.3390/biology11060823>
- Vega, S. A., Bentivegna, N. R., y Sarmiento, G. E. (2021). Estado madurativo, masa muscular y su impacto en el rendimiento físico de adolescentes deportistas de la provincia de San Luis, Argentina. *International Journal of Kinanthropometry*, 1(1), 22–30. <https://doi.org/10.34256/ijk2115>

Funding

There is no external funding to declare

Conflicts of Interest

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship and/or publication of this article.

Informed Consent Statement

Este trabajo fue financiado por el Proyecto de Ciencia y Técnica PROIPRO 10-0922 de la Facultad de Ciencias de la Salud-UNSL “Estado Madurativo y Composición Corporal: impacto en cualidades físicas y rendimiento deportivo en adolescentes de San Luis”.

About the License

© The Author(s) 2024. The text of this article is open access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.