Asociación de la maduración biológica sobre la composición corporal y rendimiento físico de adolescentes voleibolistas

Association of biological maturation on body composition and physical performance of adolescent volleyball players

Autores

Edgar Ismael Gasperín-Rodríguez [1]
José Ángel González Tabal [1]
Vivian Machado-Benassi [2]
Cesar Alberto Roldan Cruz [1]
Fernando Bravo-Gonzalez [1]
Alejandro Martinez-Velasco [3]

[1] Universidad Veracruzana, Región Veracruz (México)
[2] Universidad Federal de los Valles do Jequitinhonha y Mucuri, Minas Gerais (Brasil)
[3] SECIHTI-Universidad Veracruzana, Región Veracruz (México)

Autor de correspondencia:
Edgar Ismael Gasperín Rodríguez
egasperin@uv.mx

Recibido: 07-04-26
Aceptado: 30-05-26

Cómo citar en APA

Gasperín Rodríguez, E. I., Gonzalez Tabal, J. Ángel, Machado Benassi, V., Roldan Cruz, C. A., Bravo Gonzalez, F., & Martínez Velasco, A. (2027). Asociación de la maduración biológica sobre la composición corporal y rendimiento físico de adolescentes voleibolistas. *Retos, 86*, 103-114. https://doi.org/10.47197/retos.v86.119411

Resumen

Introducción: En el ámbito deportivo se ha observado que adolescentes de la misma edad y características físicas similares, existen diferencias en el rendimiento y en las oportunidades para desempeñar determinada posición de juego. Estudiar la relación entre el PVC (Pico de Velocidad de Crecimiento), la composición corporal y las pruebas físicas permitiría identificar patrones de talento y ajustar los entrenamientos y una alimentación adecuada para mejorar las capacidades físicas de los deportistas.
Objetivo: Analizar el impacto de la edad madurativa sobre la composición corporal y el rendimiento de adolescentes voleibolistas de Vera-cruz, Veracruz, México.
Metodología: Se analizaron a 43 adolescentes voleibolistas del Club Monsters League en Veracruz, evaluando su composición corporal y rendimiento según su grado de maduración. Se aplicaron mediciones antropométricas y pruebas de velocidad, fuerza y resistencia.
Discusión: Los maduradores tempranos se caracterizaron por presentar mayor VO2max y menor porcentaje de grasa, mientras que los maduradores tardíos destacaron por ser más rápidos y tener mayor potencia de pierna (>altura en el salto). Se encontró un mayor número de correlaciones, con fuerza media (0.60 < r < 0.4), en las variables medidas en los maduradores tempranos, resaltando el VO2max con el IMC (Índice de Masa Corporal), en comparación con los otros grupos; sin embargo, correlaciones fuertes y altamente significativas se obtuvieron en los maduradores tardíos (VO2max vs salto).
Conclusiones: El impacto de la maduración es importante para optimizar el rendimiento de los deportistas y así identificar de manera más precisa el talento en el deporte juvenil.

Palabras clave

Adolescentes; composición corporal; maduración deportiva; rendimiento; voleibolistas.

Abstract

Introduction: In sports, adolescents of the same chronological age and with similar physical characteristics may differ in athletic performance and suitability for specific playing positions. Examining the relationships among peak height velocity (PHV), body composition, and physical performance may help identify patterns associated with athletic development and inform adjustments to training programs and nutritional strategies to enhance athletes' physical capabilities.
Objective: To analyze the association between maturational age, body composition, and physical performance in adolescent volleyball players from Veracruz, Mexico.
Methods: A total of 43 adolescent volleyball players from the Monsters League club in Veracruz, Mexico, participated in the study. Body composition and physical performance were assessed according to biological maturation status. Anthropometric measurements were obtained, and tests of speed, strength, and endurance were conducted.
Discussion: Early maturers were characterized by higher VO_2max and lower body fat percentages, whereas late maturers showed higher speed and greater lower leg power, as indicated by better jumping performance. A greater number of moderate correlations (0.40 < r < 0.60) were observed among the variables assessed in early maturers, particularly between VO_2max and body mass index (BMI), compared with the other maturation groups. In contrast, strong and highly significant correlations were found among late maturers, particularly between VO_2max and jumping performance.
Conclusions: The impact of maturation should be considered when evaluating physical performance and identifying athletic talent in youth sports.

Keywords

Adolescents; body composition; sports maturation; performance; volleyball players.

Introducción

La adolescencia constituye una etapa caracterizada por importantes cambios asociados al crecimiento y la maduración biológica, durante la cual se producen modificaciones progresivas en las características antropométricas, la composición corporal y las capacidades físicas. La maduración biológica es un proceso gradual del desarrollo físico en el que se presentan modificaciones cualitativas y cuantitativas en la organización anatómica y fisiológica del organismo hasta alcanzar el estado de madurez adulta. Este proceso se relaciona con la aparición y evolución de los caracteres sexuales secundarios, así como con cambios progresivos en las funciones fisiológicas y estructurales del organismo.

A diferencia de la edad cronológica, que representa únicamente el tiempo transcurrido desde el nacimiento, la maduración biológica permite identificar diferencias individuales en el momento y ritmo en que ocurren los cambios propios del crecimiento y desarrollo. Por ello, adolescentes con una misma edad cronológica pueden presentar diferencias importantes en sus características antropométricas, composición corporal, desarrollo fisiológico y capacidades físicas. Esta variabilidad adquiere especial relevancia en el ámbito deportivo, debido a que puede influir en el rendimiento físico y en las oportunidades de participación y selección para una determinada posición de juego (Suárez-Ortega et al., 2022). De acuerdo con Lloyd et al. (2014), las diferencias individuales en el momento y ritmo de maduración pueden afectar significativamente el rendimiento físico.

Una de las manifestaciones más importantes de la maduración durante la adolescencia es el pico de velocidad de crecimiento (PVC), que representa el periodo de mayor velocidad de incremento de la estatura y suele presentarse alrededor de los 12 años en las niñas y 14 años en los niños (Pozo et al., 2024). Durante este periodo ocurren modificaciones importantes en el crecimiento lineal, la masa corporal, la composición corporal y las capacidades físicas. Asimismo, el momento en que se presenta el PVC puede variar entre individuos, generando diferencias en el grado de desarrollo biológico entre adolescentes de la misma edad cronológica (Gómez et al., 2012; Gomula et al., 2024). Estas diferencias pueden repercutir en variables relacionadas con el desempeño deportivo, como la fuerza, potencia, velocidad y capacidad aeróbica.

La maduración biológica puede estimarse mediante diferentes métodos, entre ellos los basados en la maduración esquelética, sexual, dental y somática. Si bien la valoración de la maduración esquelética constituye un referente para determinar el desarrollo biológico, los métodos antropométricos representan una alternativa útil en el ámbito deportivo debido a su carácter no invasivo y facilidad de aplicación (Albaladejo-Saura et al., 2022). Entre estos métodos se encuentra la estimación de la edad al PVC, que permite identificar diferencias individuales en el ritmo madurativo. Sin embargo, el uso de ecuaciones predictivas debe considerar las características de la población en la que fueron desarrolladas, debido a las posibles diferencias en los patrones de crecimiento y maduración. En este sentido, Cossio-Bolaños et al. (2021) desarrollaron ecuaciones para estimar el estado de madurez en una muestra de 8,094 niños y adolescentes chilenos, proporcionando evidencia en población latinoamericana.

Uno de los componentes que experimenta modificaciones importantes durante el crecimiento y la maduración es la composición corporal, entendida como la distribución y proporción de los diferentes componentes del organismo, principalmente la masa grasa y la masa libre de grasa. Durante la adolescencia, estos componentes presentan modificaciones cuya magnitud y momento de aparición pueden variar entre individuos. En adolescentes deportistas, estas variaciones adquieren especial relevancia debido a que la cantidad y distribución de la masa muscular y la masa grasa pueden relacionarse con las capacidades físicas necesarias para el desempeño deportivo. Por ello, el análisis de la composición corporal permite caracterizar los cambios somáticos asociados con la maduración y contribuir a una mejor comprensión de su relación con el rendimiento físico (Poureghbali et al., 2026).

El rendimiento físico puede definirse como la capacidad de una persona para alcanzar o superar determinados objetivos de desempeño mediante la manifestación integrada de sus capacidades fisiológicas y físicas, las cuales pueden verse influenciadas por factores como la carga de entrenamiento, el estrés y las características individuales (Greco et al., 2023). En adolescentes deportistas, el rendimiento físico no depende exclusivamente del entrenamiento, sino que también puede estar condicionado por los cambios propios del crecimiento, la composición corporal y la maduración biológica.

Entre los componentes del rendimiento físico, la capacidad aeróbica constituye un indicador relevante de la condición cardiorrespiratoria y puede evaluarse mediante el consumo máximo de oxígeno (VO_2max). Durante el crecimiento y desarrollo, el VO_2max experimenta modificaciones asociadas con los cambios en las características corporales y el estado madurativo. Estos cambios no necesariamente se explican únicamente por el peso corporal total, sino que pueden estar más estrechamente relacionados con la masa libre de grasa, debido a su mayor contribución a los tejidos metabólicamente activos involucrados en el consumo de oxígeno (Nazem & Sazvar, 2015). Asimismo, se ha observado una asociación negativa entre el porcentaje de grasa corporal y el VO_2max, mientras que los adolescentes con una composición corporal más favorable tienden a presentar mejores niveles de condición física cardiorrespiratoria (Oukheda et al., 2023).

La relación entre maduración, composición corporal y rendimiento físico adquiere particular importancia en el voleibol, debido a que las características antropométricas y las capacidades físicas constituyen elementos relevantes para el desempeño de los jugadores. Se ha identificado que el estado madurativo se relaciona con variables antropométricas y de aptitud física en adolescentes que practican voleibol (Albaladejo-Saura et al., 2022). Asimismo, las diferencias en fuerza y potencia muscular se han relacionado con la edad, el sexo, el nivel de crecimiento y las características morfológicas (Yapici et al., 2022). De igual manera, la práctica deportiva puede favorecer adaptaciones en la composición corporal y la capacidad aeróbica, aunque estas pueden variar de acuerdo con el estado madurativo del deportista (Mercê et al., 2022). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de la edad madurativa sobre la composición corporal, somatotipo y rendimiento físico, así como la correlación existente entre las variables analizadas en los 3 grupos de estudio, obtenidas de adolescentes voleibolistas de Veracruz, Veracruz, México.

Método

Tipo de investigación y lugar de estudio

La investigación realizada se clasificó como cuantitativa, descriptiva, transversal y prospectiva. Los estudios se llevaron a cabo en la Unidad Deportiva “El Floresta” Ubicada en la Colonia el Floresta en el municipio de Veracruz, Ver., del 1 de octubre al 7 de noviembre del 2024, donde se midieron variables antropométricas y pruebas físicas.

Criterios de inclusión

Para la selección de la muestra se consideró a jugadores que formarán parte del Club de voleibol, que llevaran al menos 1 año practicando el deporte, que fueran adolescentes entre 10 a 21 años, y que los padres firmaran un consentimiento informado para participar en el estudio.

Criterios de exclusión

Que no cumplieran el rango de edad, es decir, menores de 10 años o mayores de 21 años; que no entregaran el consentimiento informado y aquellos que no terminaran las pruebas completas.

Participantes

Se analizaron 43 adolescentes, de los cuales el 27% (12) fueron del sexo masculino y el 73% (31) del sexo femenino, todos pertenecientes al Club de Voleibol Monsters League de Veracruz, Veracruz, México.

Se clasificaron en rangos de maduración de la siguiente forma: maduración temprana (10 a 13 años), maduración normal (14 a 17 años) y maduración tardía (18 a 21 años).

Para la selección de los participantes se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Procedimiento

Indicadores antropométricos. Se recopilaron siguiendo el protocolo estandarizado de perfil restringido de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (International Society for the Advancement of the Kinanthropometry) realizado por Esparza-Ros et al. (2019). Todas las mediciones fueron efectuadas directamente por un antropometrista certificado ISAK Nivel 3, a partir de los cuales se obtuvieron los resultados del pico de velocidad de crecimiento (Lloyd et al., 2014) y de la composición

corporal. Para determinar el porcentaje de grasa corporal total, se tomaron los pliegues cutáneos del tríceps y de la pantorrilla medial (Slaughter et al., 1988). Por otro lado, para estimar la masa muscular total, se midieron los perímetros del brazo relajado, del muslo medio y de la pierna (Poortmans, 2005).

Mediciones antropométricas. Se realizaron 6 mediciones que incluyeron la masa corporal (Bascula Seca 813), talla (Estadímetro Seca 213), índice de masa corporal (IMC) (World Health Organization [WHO], 2025), porcentaje de grasa corporal total, pliegue de tríceps y de la pierna (Plicometro Slim Guide).

Somatotipo. Se determinó mediante el método antropométrico de Heath-Carter, utilizando las mediciones antropométricas obtenidas de acuerdo con el protocolo estandarizado de perfil restringido de ISAK. El cálculo y la clasificación de los componentes del somatotipo, endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, se realizaron mediante el software ISAK Metry, herramienta desarrollada por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry [ISAK], 2026).

Maduración biológica. Se estimó a partir de mediciones antropométricas de talla, talla sentado, longitud de la extremidad inferior, masa corporal, utilizando el método propuesto por Mirwald et al. (2002). A partir de estas variables se determinó la edad de maduración y la distancia al pico de velocidad de crecimiento PVC (Paes et al., 2025), permitiendo identificar el momento relativo del desarrollo madurativo de cada jugador. Los participantes fueron clasificados como maduradores tempranos (MT), maduros normales (MN) o maduros tardíos (MTD), de acuerdo con su posición respecto a los valores de referencia establecidos por el método. Esta clasificación permitió considerar la variabilidad individual del proceso de maduración biológica y analizar su relación con la composición corporal y el rendimiento físico de los adolescentes.

Rendimiento físico. Se evaluó mediante pruebas de velocidad, resistencia aeróbica y salto de longitud sin impulso.

La velocidad de desplazamiento se evaluó mediante una prueba de carrera de 30 m, procedimiento utilizado y con adecuada confiabilidad para valorar el rendimiento de sprint en población adolescente (Ferguson et al., 2024). Se midió mediante cronómetro evaluando el tiempo para recorrer 30 metros en el menor tiempo posible.

La resistencia aeróbica se midió utilizando la prueba Course Navette, para ello se evaluaron los esfuerzos intermitentes de alta intensidad en recorridos de 20 metros siguiendo señales sonoras conocido como test de pitidos o beep test, permitiendo marcar el ritmo de la carrera.

El VO_2max fue calculado primeramente a partir del Test de Course Navette (Leger y Lambert, 1982) que permite conocer la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno. Posteriormente, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{VO_2max = (31.025) + (3.238 \times X) - (3.248 \times A) + (0.1536 \times A \times X)}$$

(Ec. 1) (Leger et al., 1988)

Donde: X representa la velocidad a la que se paró el sujeto; A es la edad del sujeto. Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18 (Umbarila-Espinosa et al., 2020).

El salto de longitud sin impulso se midió a través de una cinta métrica desde el punto del salto hasta el punto de aterrizaje. Se evaluó la fuerza explosiva de las piernas y la capacidad de salto, buscando. Se registró la mayor distancia alcanzada. Esta prueba ha sido utilizada para evaluar la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en niños y adolescentes (Thomas et al., 2020).

Análisis de datos

Todos los datos se expresaron como la media ± E.E.M (Error Estándar de la Media). Antes de graficar los datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar el supuesto de normalidad de los datos. Para los datos que no cumplieron los criterios de normalidad, se emplearon pruebas no paramétricas. Dentro de las variables respuesta, la velocidad y el salto se analizaron mediante la prueba de Kruskal Wallis. Una vez que se encontraron diferencias estadísticas, se realizó un análisis post-hoc de Dunn´s para determinar las diferencias entre grupos. Por otro lado, para la VO_2max se consideró el ANOVA de una vía y una prueba de comparación de medias por LSD ($p<0.05$). Además, se realizaron análisis de correlación de Pearson, entre cada grupo de maduradores para analizar la relación de las 10 variables de estudio,

que fueron: % grasa, % músculo, VO2max, velocidad, salto, índice de masa corporal (BMI), masa corporal, talla, edad y sexo. Cuando existieron diferencias estadísticamente significativas, se realizó la prueba post-hoc de Tukey. En todos los casos, las comparaciones se efectuaron entre los 3 grupos experimentales MT, MN y MTD. Los análisis estadísticos se realizaron con el software GraphPad Prism 8.0.1 y con el software Statgraphics Centurion v. XVI.

Resultados

La población evaluada presentó una masa corporal promedio de 52.9 ± 8.9 kg, 157 ± 6.5 cm de talla y 83 ± 3.4 cm de talla sentado. De manera general, no se encontraron diferencias significativas en las variables que midieron la composición corporal y la mesomorfia de los adolescentes voleibolistas; sin embargo, se observa una tendencia entre los tres grupos, donde el grupo MT presenta los valores más bajos tanto en masa muscular como en masa grasa, respecto a los otros maduradores. Esto refleja una tendencia descendente en los niveles de grasa subcutánea a medida que se retrasa el proceso de maduración, lo que sugiere que los individuos con una maduración más tardía tienden a presentar una menor acumulación de tejido adiposo (Tabla 1).

En las características del somatotipo, la tendencia muestra que los maduradores tempranos presentan una mayor prevalencia de características endomorfas, seguido de los normales y finalmente los tardíos. Lo anterior, sugiere que la maduración temprana se asocia con una mayor adiposidad corporal. Por otro lado, los componentes mesomorfos y ectomorfos presentan una tendencia hacía valores más bajos que en los maduradores tardíos, lo que se puede relacionar con una menor masa muscular y un cuerpo más delgado, comportamiento que puede ser más visible cuando se incrementa el número de muestra.

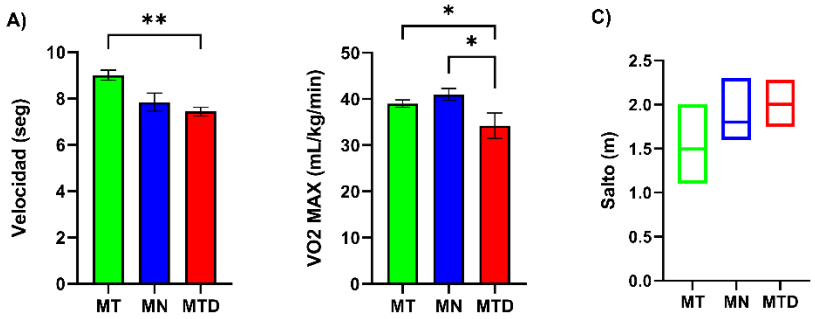
Tabla 1. Valores de composición corporal y somatotipo en adolescentes voleibolistas de 3 grupos de maduradores.

Composición corporal	MT (n=32)	MN (n=5)	MTD (n=6)
IMC (kg/m²)	24.44± 10.36a	21.24 ± 1.18a	21.91 ± 4.21a
Masa muscular (kg)	16.58 ± 3.20a	17.99 ± 0.98a	18.11 ± 2.25a
Masa grasa (kg)	22.42 ± 4.93a	25.79 ± 1.67a	28.26 ± 4.01a
Endomorfo	4.66 ± 1.29a	3.94 ± 1.67a	3.28 ± 1.44a
Mesomorfo	3.78 ± 1.2a	3.54 ± 1.35a	2.96 ± 0.88a
Ectomorfo	2.36 ± 1.34a	2.66 ± 0.84a	2.98 ± 1.36a

Misma letra (a) entre columnas indica que no hay diferencias significativas . n= representa el número de personas por grupo de maduración.

Los valores en los indicadores de rendimiento físico presentaron diferencias significativas entre los tipos de maduradores donde, sólo en la prueba física de salto, los tres maduradores tuvieron un comportamiento diferente (Figura 1). Los valores de velocidad, VO_2max y el salto de los 3 grupos estudiados mostraron que existen diferencias entre diferentes parámetros para evaluar el desempeño físico. Se observó que los MTD, los cuales registraron menor tiempo en la prueba de velocidad, al aire libre en una cancha de voleibol, fueron los más rápidos (Figura 1). En este sentido, se encontró que el VO_2max como estándar de oro para medir la máxima capacidad aeróbica sí reflejó diferencia significativa entre maduradores (Padilla-Alvarado et al., 2025), lo que indicó que MT y MN tuvieron la mayor resistencia aeróbica, que fue significativamente mayor respecto a los MTD. Un comportamiento similar se encontró en la variable velocidad, ya que los MT fueron los más rápidos, seguidos de los MN y MTD. En cuanto a la fuerza, una mayor distancia en el salto indicó una mayor potencia y fuerza en las piernas. El MTD tuvo los valores más altos en la prueba de salto, en comparación al MT y el MN, lo cual se atribuyó a la mayor potencia de piernas. En la prueba de velocidad, sólo se encontró diferencia entre el madurador temprano y el tardío. En análisis de los valores obtenidos en las pruebas físicas indicó diferencias ($p<0.05$) en salto y velocidad entre los maduradores temprano y tardío; sin embargo, entre los maduradores temprano vs normales y normales vs tardío, sólo se encontraron diferencias en salto.

Figura 1. Comparación de los indicadores de rendimiento físico en los diferentes niveles de maduración. MT, Madurador temprano; MN, Madurador normal; MTD, Madurador tardío. Panel a) muestra la velocidad en segundos. Panel b) representa la variable del VO_2max y Panel C) muestra el salto en metros de los adolescentes. Los valores muestran el valor de media ± E.E.M * p<0.05, ** p<0.001.



Fuente: Elaboración propia

Correlación de variables entre grupos de maduración

La correlación de Pearson reveló una tendencia diferente en las variables de estudio entre los tres grupos de maduración estudiados, los cuales se presentan en la Tabla 2. Las variables medidas en el grupo de MT, fueron las que tuvieron la mayor correlación, caracterizadas con fuerza 0.60 < r < 0.40. Entre las variables, la mayor relación indicó que los jóvenes de mayor edad, tuvieron el % de grasa más alto (p<0.0000). Asimismo, se encontró que adolescentes voleibolistas de mayor talla, presentaron menor porcentaje de músculo (p<0.0021). Esto indica que las personas más altas tienden a tener una mayor proporción de otros tejidos (hueso o grasa) en relación con su músculo (Farr et al., 2014). Una correlación altamente significativa se encontró entre IMC vs masa corporal, pues a mayor BMI, se obtuvo un mayor valor en masa corporal (r=0.9213, p<0.0000). Asimismo, se encontró que la velocidad fue mayor en mujeres (r=0.5965, p<0.0003), y esto se relacionó con un menor salto (r=-0.5151, p<0.0026). Sin embargo, las mujeres fueron las que tuvieron el menor VO_2max (r=-0.5205, p<0.0023), lo que indica una menor capacidad aeróbica o condición cardiorrespiratoria.

En el grupo MN, la única correlación significativa encontrada fue entre % grasa y sexo, donde las mujeres fueron las que presentaron el menor % grasa (r=-0.9195, p<0.0271), en comparación a los hombres. Esto indica que las mujeres, en este grupo de maduración, presentan una composición corporal más magra, menor acumulación de tejido adiposo subcutáneo y menor equilibrio hormonal.

Una correlación fuerte y altamente significativa fue encontrada en las variables medidas en el grupo MTD. Se encontró que los adolescentes voleibolistas de mayor edad, tienden a presentar mayor % grasa (p=0.0064). Un comportamiento similar al del grupo MT, se encontró entre talla vs músculo, ya que los adolescentes de más talla tuvieron un menor % músculo (p<0.0320), pero un mayor rendimiento en el salto (p<0.0268). A su vez, el mayor valor en esta variable se relacionó con un mayor valor de VO_2max (p<0.0182) y fue menor en mujeres (p<0.0331). La relación de estas variables indica que la mayor capacidad aeróbica, medida con el VO_2max favorece la tolerancia al entrenamiento, recuperación y por tanto el desarrollo de mayor potencia muscular para el salto. Asimismo, se encontró que la mayor masa corporal favorece una menor velocidad (r=-0.8167, p<0.0473). El menor rendimiento en salto observado en mujeres puede atribuirse a diferencias fisiológicas y estructurales, como una menor masa muscular, menor producción de fuerza explosiva y variaciones hormonales.

Tabla 2. Correlación de Pearson de las variables medidas en los tres grupos de maduración.

	Masa corporal	Talla	Edad	IMC	Salto	Velocidad	Sexo	PVC
Madurador temprano (MT)								
% grasa	0.3547	0.3532	0.7943					-0.4200
	0.0464	0.0474	0.0000					0.0167
% músculo		-0.5246					0.3504	
		0.0021					0.0493	
VO2 max	-0.4356			-0.4765			-0.5205	
	0.0127			0.0058			0.0023	
Velocidad		-0.4701			-0.5151		0.5965	
		0.0066			0.0026		0.0003	
Salto				-0.3559		-0.5151	-0.4690	
				0.0456		0.0026	0.0068	
Peso		0.4587		0.9213				
		0.0083		0.0000				
Edad	0.4489			0.4256				
	0.0100			0.0152				
Altura							-0.5015	
							0.0035	
Madurador normal (MN)								
% grasa							-0.9195	
							0.0271	
Madurador tardío (MTD)								
%grasa			0.9341					
			0.0064					
%músculo		-0.8502						
		0.0320						
VO2 max					0.8877			
					0.0182			
Velocidad	-0.8167							
	0.0473							
Salto		0.8631					-0.8475	
		0.0268					0.0331	
Sexo		-0.9067						
		0.0126						

IMC= Índice de masa corporal; PVC= Pico de velocidad de crecimiento.

Discusión

De acuerdo con Albaladejo-Saura et al. (2022), un indicador importante para evaluar la maduración biológica es la medición de la maduración somática, ya que se enfoca en identificar el pico de velocidad de crecimiento el PVC (pico de velocidad de crecimiento). Con base en la identificación de este parámetro fue posible clasificar a los adolescentes voleibolistas como maduradores tempranos, normales y tardíos. Los resultados obtenidos indicaron que la maduración biológica no influyó significativamente en el IMC, composición corporal y el somatotipo; sin embargo, si se observa una tendencia en la que los maduradores tempranos presentan más características de endomorfia, seguido de los normales y tardíos; mientras que los tardíos tienden a presentar mayor masa muscular y masa grasa. Lo anterior, probablemente relacionado al tamaño de la muestra (Tabla 1). Por otro lado, si tuvo influencia en las variables relacionadas con el rendimiento físico, incluso cuando presentan edades cronológicas y características físicas similares. Por lo anterior, la medición del somatotipo no debe considerarse como un predictor único o preciso para determinar el estado nutricional de voleibolistas (Baranauskas et al., 2024). Es necesario complementarlo con la medición de pruebas físicas, para eficientar la mejora en el rendimiento. El comportamiento de la respuesta aeróbica, la cual fue mayor en los maduradores tempranos y normales, coincide con lo reportado por Enríquez del Castillo et al. (2022), quienes encontraron mayor capacidad aeróbica y anaeróbica en maduradores tempranos en comparación con los tardíos, en un programa de ejercicio físico aplicado en niños de escuelas primaria. En los voleibolistas adolescentes del Club Monsters League en Veracruz, se evidenció que los maduradores tempranos mostraron ventajas en velocidad y composición corporal, mientras que los tardíos destacaron en pruebas específicas como el salto. La relación inversa, altamente significativa ($p<0.0026$), encontrada entre la velocidad y el salto en mujeres del grupo de MT, de acuerdo a Marinho et al. (2020), lo relacionaron con el rápido crecimiento óseo que puede desajustar la coordinación de las extremidades inferiores lo que limita la capacidad de aplicar fuerza explosiva en un salto vertical en jugadores de soccer (Marinho et al., 2020). De acuerdo con los resultados obtenidos, el mayor número de correlaciones se encontró en el grupo de MT, lo que sugiere

una mayor interacción entre las variables de composición corporal, antropométricas y de rendimiento físico, lo que indica que el efecto de las variables de estudio, en esta población, puede evidenciar mejor (evaluación más integral de los cambios asociados a los programas de entrenamiento) el resultado de los programas de entrenamiento (Crewther et al., 2024).

Por otro lado, Chun et al. (2024), encontraron que el menor contenido de grasa en las mujeres del grupo MN, puede ser atribuido a diferencias en el ritmo de maduración y cambios drásticos en la composición corporal durante el estirón puberal, el cual puede promover un incremento significativo de la masa libre de grasa, lo que genera una disminución relativa del % grasa corporal sin cambios en la cantidad absoluta de tejido adiposo. De acuerdo con BChini et al. (2025), el mayor salto en el grupo MTD se puede asociar a una mayor longitud de las extremidades y por lo tanto mayor potencia. Por otro lado, la disminución en el porcentaje de músculo podría deberse a un efecto proporcionado por el incremento en el tamaño corporal total, más que a una reducción real de la masa muscular. Asimismo, se encontró que el sexo de los voleibolistas tiene relación estadística con la velocidad, VO_2max y salto, particularmente en los maduradores temprano y tardío, siendo menores en mujeres en comparación a los valores encontrados en varones. Estos hallazgos podrían ayudar a que los entrenadores y profesionales del deporte consideren el grado de maduración y no solo la edad cronológica al diseñar programas de entrenamiento, lo cual permitiría personalizar las cargas, mejorar el rendimiento, prevenir lesiones y fomentar una detección de talento más justa y efectiva, cuidando la integridad física y un mejor desarrollo en los deportistas (Ramos et al., 2025).

El análisis de correlación de Pearson evidenció diferencias en la magnitud y dirección de las asociaciones entre las variables antropométricas, de composición corporal y rendimiento físico según el grupo de maduración biológica. En los maduradores tempranos predominaron asociaciones de magnitud moderada, aunque también se identificaron correlaciones fuertes, como la relación positiva entre la masa corporal y el IMC ($r = 0.9213$; $p < 0.001$). En los maduradores normales destacó la correlación negativa entre el porcentaje de grasa corporal y el sexo ($r = -0.9195$; $p = 0.0271$). Por su parte, en los maduradores tardíos se observaron asociaciones fuertes entre el porcentaje de grasa vs edad ($r = 0.9341$; $p = 0.0064$) y el porcentaje de músculo vs talla ($r = 0.9341$; $p = 0.0064$), así como entre la velocidad vs masa corporal ($r = -0.8167$; $p = 0.0473$) y destacando el VO2 max vs salto ($r = 0.8877$; $p = 0.0182$). En conjunto, estos hallazgos muestran que las relaciones entre las características antropométricas, la composición corporal y el rendimiento físico no fueron uniformes entre los grupos de maduración.

Las asociaciones observadas entre las variables antropométricas, la composición corporal y el rendimiento físico deben interpretarse considerando la variabilidad del desarrollo durante la adolescencia. En este sentido, Beltran-Valls et al. (2019) destacan la importancia de considerar el nivel de maduración biológica al estudiar adolescentes de edades cronológicas similares. Asimismo, Horta-Gim et al. (2025) documentaron relaciones entre la composición corporal y la condición física en niños y adolescentes mexicanos, lo que respalda la pertinencia de analizar conjuntamente estas dimensiones. Desde esta perspectiva, las diferencias en la magnitud y dirección de las correlaciones identificadas entre los grupos de maduración de los jugadores de voleibol podrían reflejar distintas formas de asociación entre las características corporales y el rendimiento físico. No obstante, esta interpretación debe considerarse exploratoria, dado que las correlaciones por sí solas no permiten establecer mecanismos explicativos ni atribuir las diferencias exclusivamente a la maduración biológica.

Limitaciones

La muestra utilizada en el estudio dificultó la ampliación del tamaño muestral y la diversificación de los clubes participantes, ya que las mediciones se realizaron en un grupo de integrantes de un club de voleibol; por lo que, para un estudio posterior, la recomendación que se podría considerar sería tomar un mayor número de mediciones por persona para visualizar el efecto en la composición corporal y en las pruebas físicas. Asimismo, la utilización del perfil antropométrico restringido limitó la valoración integral de la composición corporal de los jugadores, lo que pudo reducir la precisión en la estimación de determinados componentes corporales y restringir la comparación de los resultados con estudios que emplean el perfil antropométrico completo.

Conclusiones

La composición corporal, el somatotipo y el rendimiento físico son dimensiones relevantes en la caracterización de jóvenes voleibolistas, cuyas relaciones pueden variar según el estado de maduración biológica. En este estudio, los maduradores tempranos mostraron una tendencia hacia una mayor masa muscular y un perfil predominantemente mesomórfico, mientras que los tardíos presentaron mayor adiposidad, un componente ectomórfico más pronunciado y mejor desempeño en determinadas pruebas físicas. Sin embargo, estas tendencias deben interpretarse con cautela, debido a la ausencia de efectos estadísticamente significativos de la edad madurativa sobre la composición corporal.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la maduración biológica en la evaluación de voleibolistas adolescentes. Su seguimiento periódico podría contribuir a individualizar las cargas de entrenamiento y favorecer procesos de selección deportiva más equitativos, considerando las diferencias en las trayectorias de desarrollo. No obstante, se requieren estudios adicionales para establecer sus implicaciones sobre el rendimiento, la prevención de lesiones y la identificación del talento deportivo.

Agradecimientos

Agradecemos al Club de Voleibol Monsters League, así como a la Facultad de Nutrición Región Veracruz de la Universidad Veracruzana por las facilidades otorgadas para la realización del estudio.

Financiación

Los autores agradecen a la Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo financiero a través de proyecto 4015611, del programa “Estancias postdoctorales por México 2022(3)”.

Afiliación de los autores

Edgar Ismael Gasperín-Rodríguez[1], José Ángel González-Tabal[1], Vivian Machado-Benassi[2], Cesar Alberto Roldan-Cruz[1], Fernando Bravo-González[1], Alejandro Martínez-Velasco[3]

[1] Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Región Veracruz (México).

[2] Universidad Federal de los Valles do Jequitinhonha y Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia, Diamantina, Minas Gerais (Brasil)

[3] SECIHTI-Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Región Veracruz (México)

Referencias

Albaladejo-Saura, M., Vaquero-Cristóbal, R., García-Roca, J. A., & Esparza-Ros, F. (2022). Influence of biological maturation status on selected anthropometric and physical fitness variables in adolescent male volleyball players. *PeerJ, 10*, e13216. https://doi.org/10.7717/peerj.13216

Albaladejo-Saura, M., Vaquero-Cristóbal, R., & Esparza-Ros, F. (2022). Métodos de estimación de la maduración biológica en deportistas en etapa de desarrollo y crecimiento: Revisión bibliográfica. *Cultura, Ciencia y Deporte, 17*(53), 55–75. https://doi.org/10.12800/ccd.v17i53.1925

Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-Term Athlete Development: Trainability in childhood and adolescence. Olympic Coach, 16(1), 4–9.

Baranauskas, M., Kupčiūnaitė, I., Lieponienė, J., & Stukas, R. (2024). Dominant somatotype development in relation to body composition and dietary macronutrient intake among high-performance athletes in water, cycling and combat sports. Nutrients, 16(10), 1493. https://doi.org/10.3390/nu16101493.

Beltran Valls, M. R., Adelantado-Renau, M., Segura-Ayala, D., Toledo-Bonifás, M., & Moliner-Urdiales, D. (2019). Nivel de desarrollo madurativo, actividad física y calidad del sueño en chicas adolescentes: proyecto DADOS (Maturational development, physical activity, and sleep quality in adolescent girls: DADOS project). *Retos*, *35*, 71-74. https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.60553

Bchini S., Hammami N., Moussaoui D., Selmi T., Mhimdi N., Bouassida A., Ben Abderrahman A., Laher I., Del Coso J., & Zouhal H. (2025) Relationship between muscle power, muscle volume and limb length in healthy male and female adolescents. Front. Sports Act. Living 6:1457948. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1457948.

Crewther, B. T., Pastuszak, A., Cook, C. J., & Staniak, Z. (2024b). Disaggregating the influence of maturity status on training, anthropometric, performance, skeletal periphery, and hormonal factors in athletic boys. Physiology & Behavior, 278(114502), 114502. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2024.114502.

Chun, D., Kim, S. J., Suh, J., & Kim, J. (2024). Big data-based reference centiles for body composition in Korean children and adolescents: a cross-sectional study. BMC Pediatrics, 24(1), 692 https://doi.org/10.1186/s12887-024-05166-3.

Cossio-Bolaños, M., Vidal-Espinoza, R., Castelli Correia de Campos, L. F., Sulla-Torres, J., Cossio-Bolaños, W., Urra Albornoz, C., & Gómez-Campos, R. (2021). Ecuaciones que predicen el estado de madurez: Validación en una muestra transversal para evaluar el crecimiento físico y adiposidad corporal en niños y adolescentes chilenos. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición, 68*(10), 689–698. https://doi.org/10.1016/j.endinu.2020.12.009.

Enríquez-del-Castillo, L. A., Ornelas-López, A., De León, L. G., Cervantes-Hernández, N., Quintana-Mendias, E., & Flores, L. A. (2022). Strength and VO2max Changes by Exercise Training According to Maturation State in Children. Children, 9(7), 938. https://doi.org/10.3390/children9070938.

Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristobal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). International standards for anthropometric assessment. ISAK.

Farr, J. N., Amin, S., LeBrasseur, N. K., Atkinson, E. J., Achenbach, S. J., McCready, L. K., Joseph Melton, L., & Khosla, S. (2014). Body composition during childhood and adolescence: relations to bone strength and microstructure. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 99(12). https://doi.org/10.1210/jc.2014-1113.

Ferguson, J., Gibson, N. V., Weston, M., & McCunn, R. (2024). Reliability of measures of lower-body strength and speed in academy male adolescent soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 38(3), e96–e103. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004639

Gómez Campos, R., Hespanhol, J. E., Portella, D., Vargas Vitoria, R., De Arruda, M., & 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.

Gomula, A., Nowak-Szczepanska, N., Králík, M., Malina, R. M., Zaręba, M., & Koziel, S. (2024). Age at peak height velocity in Polish adolescents: Effect of socioeconomic factors. American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Council, 36(9), e24083. https://doi.org/10.1002/ajhb.24083.

Greco, G., Muscella, A., Badicu, G., & Fischetti, F. (2023). Physical stimulus-performance-adaptation: understanding the physiological relationship. Frontiers in Physiology, 14, 1219034. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1219034

Horta-Gim, M. A., Rendon del Cid, P. A., Vega Orozco, S. I., Horta Gim, V. H., & Romero Pérez, E. M. (2025). Relación entre composición corporal y condición física en niños y adolescentes del noroeste de México. *Retos*, *66*, 1085-1093. https://doi.org/10.47197/retos.v66.113985

International Society for the Advancement of kinanthropometry - ISAK. (2026). ISAK Metry (software). https://isakmetry.com/

Kozieł, S. M., Suder, A., Chrzanowska, M., Králík, M., & Malina, R. M. (2024). Growth status and age at peak height velocity among youth participants in several sports: the Cracow longitudinal study. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 16(1), 121. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00905-6

Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. Journal of Sports Sciences, 6(2), 93–101. https://doi.org/10.1080/02640418808729800

Leger, L. & Lambert, J. (1982). Maximal multistage 20-m shuttle run test to predict Vo2max. Eur J Appl Physiol, 49(1). 1-12

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & De Ste Croix, M. B. A. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth: Implications for exercise programming in youth. Journal of Strength and Conditioning Research, 28(5), 1454–1464. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000391.

Marinho, J. L. C., Martins, A. O., Rey, E., & González-Víllora, S. (2020). Influence of biological maturation on speed, jump, and endurance in high-level youth soccer players. Revista Brasileira de Ciências Do Esporte, 42. https://doi.org/10.1590/rbce.42.2019.311.

Mercê, C., Branco, M., Rodrigues-Ferreira, M., VencesBrito, A., Catela, D., Seabra, A. P., Milheiro, V., & Cynarski, W. (2022). The influence of sport practices on body composition, maturation and maximum oxygen uptake in children and youth. Retos, 44, 649–658. DOI: 10.47197/retos.v44i0.90968.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. Medicine & Science in Sports & Exercise, 34(4), 689–694. https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020

Nazem, F., & Sazvar, A. (2015). Rol de la intervención de la maduración biológica y de los factores antropométricos en el índice de reserva cardíaca en niños adolescentes iraníes. Apunts Sports Medicine, 50(188), 139–145. https://www.apunts.org/es-rol-intervencion-maduracion-biologica-los-articulo-X0213371715462572

Oukheda, M., Bouaouda, K., Mohtadi, K., Lebrazi, H., Derouiche, A., Kettani, A., Saile, R., & Taki, H. (2023). Association between nutritional status, body composition, and fitness level of adolescents in physical education in Casablanca, Morocco. Frontiers in Nutrition, 10, 1268369. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1268369.

Padilla-Alvarado, J. R., Lozada-Medina, J. L., & Cortina-Nuñez, M. de J. (2025). Aerobic power profile in young athletes according to age and bio banding. Retos, 71, 1275-1287. https://doi.org/10.47197/retos.v72.117430.

Paes, P. P., Costa, M. S. F. da, Xavier, H. da S., Silva, L. R., Vieira, G. R., Cavalcante, B., Santos, W. R. dos, Júnior, F. C., & dos Santos, W. R. (2025). ¿Existe asociación entre el nivel de actividad física, el estado nutricional, la maduración biológica y la satisfacción corporal en adolescentes?. Retos, 65, 762-772. https://doi.org/10.47197/retos.v65.109635 .

Poortmans, J. R., Boisseau, N., Moraine, J.-J., Moreno-Reyes, R., & Goldman, S. (2005). Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. Medicine and Science in Sports and Exercise, 37(2), 316–322. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000152804.93039.ce.

Poureghbali, S., Engel, T., Raja, A., Sonnenburg, D., & Mayer, F. (2026). Body composition analysis methods in adolescent athletes: A systematic review. International Journal of Sports Medicine. https://doi.org/10.1055/a-2751-5759

Pozo, F., Riquelme, D., Peña, A., & Sánchez, V. (2024). Relación entre el Pico de Velocidad de Crecimiento y pruebas físicas en deportistas de la Selección Peruana de Softbol Femenino U – 15. Revista Peruana De Ciencia De La Actividad Física Y Del Deporte, *11(*4), 2022-2029.

Ramos Grisales, N.V.; Tovar Montaño, J.G.; Gaviria Chavarro, J.; Orejuela Aristizábal, D.F.; Rojas Padilla, I.C. (2025). Relación entre perfil antropométrico, VO2max y Potencia en ciclistas de ruta y pista; una revisión narrativa. Sportis Sci J, 11 (1), 1-24 https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.1.11218

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bemben, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Human Biology, 60(5), 709–723.

Suárez-Ortega, C. M., & Moreno-Carmona, N. D. (2022). Incidencia de las actividades extraescolares deportivas en los procesos escolares y en aspectos sociofamiliares y psicológicos de niños, niñas y adolescentes. Retos, 46, 987–995. https://doi.org/10.47197/retos.v46.90471.

Thomas, E., Petrigna, L., Tabacchi, G., Teixeira, E., Pajaujiene, S., Sturm, D. J., Sahin, F. N., Gómez-López, M., Pausic, J., Paoli, A., Alesi, M., & Bianco, A. (2020). Percentile values of the standing broad jump in children and adolescents aged 6–18 years old. European Journal of Translational Myology, 30(2), 240–246. https://doi.org/10.4081/ejtm.2020.9050.

Umbarila Espinosa, L. M., Fernández Pinto, J., & Ortiz Ortiz, L. (2020). Evaluación del Vo2 máximo indirecto a través del test Course Navette en los oficiales de la Escuela Militar de Cadetes “General

José María Córdova". Brújula Semilleros de Investigación, 8(16), 30–36. https://doi.org/10.21830/23460628.78.

World Health Organization. (2025, February 12). Child growth standards: Questions and answers. World Health Organization. WHO – Child growth standards

Yapici, H., Gulu, M., Yagin, F. H., Eken, O., Gabrys, T., & Knappova, V. (2022). Exploring the Relationship between Biological Maturation Level, Muscle Strength, and Muscle Power in Adolescents. Biology, 11(12), 1722. https://doi.org/10.3390/biology11121722.

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Edgar Ismael Gasperín Rodríguez	egasperin@uv.mx	Autor
José Ángel González Tabal	zS21009490@estudiantes.uv.mx	Coautor
Vivian Machado Benassi	vivian.benassi@ufvjm.edu.br	Coautora
César Alberto Roldán Cruz	croldan@uv.mx	Coautor
Fernando Bravo González	ferbravo@uv.mx	Coautor
Alejandro Martínez Velasco	alejandromartinez@uv.mx	Coautor