



Estado Madurativo, Masa Muscular Y Su Impacto En El Rendimiento Físico De Adolescentes Deportistas De La Provincia De San Luis- Argentina

Vega Silvia Adriana ^{1, *}, Bentivegna Nadia Romina ¹, Sarmiento Guillermo Ezequiel ¹

¹ Universidad Nacional de San Luis – UNSL, San Luis, Argentina

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

DOI: <https://doi.org/10.34256/ijk2115>

Received: 24-11-2021; Accepted: 18-12-2021, Published: 31-12-2021



Resumen

Objetivo: En la adolescencia se producen cambios morfo-fisiológicos importantes que impactan en el rendimiento físico. La antropometría es una herramienta que permite estimar la masa muscular (MM) y predecir el estado madurativo (PHV) en adolescentes deportistas. La correlación de éstos indicadores con el test de Salto a Contramovimiento (CMJ) permite conocer que factores condicionan el rendimiento físico a los efectos de establecer estrategias que mejoren la performance deportiva. El objetivo del estudio fue evaluar mediante antropometría el estado de maduración, MM y su impacto en el rendimiento físico en deportistas adolescentes de la provincia de San Luis. **Metodología:** estudio descriptivo, cuantitativo, correlacional de corte transversal. **Muestra:** n=60 adolescentes deportistas de la ciudad de San Luis, rango etario de 10 a 19 años. El estado madurativo y composición corporal se evaluó antropométricamente mediante el Protocolo ISAK. El rendimiento físico deportivo, se evaluó utilizando el test de niveles de fuerza en miembros inferiores mediante Protocolo de Bosco para el CMJ. Los datos obtenidos fueron analizados con softwares estadísticos SPSS y con un grado de significancia del 95% de exactitud. Para las correlaciones se aplicó test de Chi Cuadrado de Pearson. **Resultados:** la población adolescente analizada que habían realizado el pico máximo de crecimiento (PHV), mostro que el 61,6% (n=37) tenía un estado madurativo normal. Los adolescentes varones maduradores normales (n=17) y tardíos (n=16) presentaron una media de 26 y 26.5 Kg de MM respectivamente. Las adolescentes maduradoras normales (n=20) presentaron una media de 21 Kg de MM; mientras que las maduradoras tardías (n=6) presentaron una media de 25 Kg de MM. El test de fuerza en miembros inferiores, mostró que el 75% (n=45) de la población analizada tenía un CMJ de nivel bajo. **Conclusión:** Los adolescentes varones que ya habían realizado el PHV presentaban mayor Kg de MM alcanzando un nivel más alto de CMJ. Los resultados obtenidos en este estudio permitirían establecer una relación entre la edad de PHV, los kg de MM con la altura del CMJ y el impacto en el rendimiento físico deportivo.

Palabras Clave: Adolescencia, Estado madurativo, Masa muscular, Rendimiento físico

Abstract

Objective: In adolescence there are important morpo-physiological changes that impact physical performance. Anthropometry is a tool that allows estimating muscle mass (MM) and predicting the maturation state (PHV) in adolescent athletes. The correlation of these indicators with the Counter-Movement Jump (CMJ) test allow us to know what factors condition physical performance in order to establish strategies that improve sports performance. Aim of the study is to evaluate through anthropometry the maturational state, MM and its' impact on physical performance of adolescent athletes in the province of San Luis. **Methodology:** Descriptive, quantitative, correlational cross-sectional study. Sample: n = 60 adolescent athletes from the city of San Luis, age range 10 to 19 years. The maturational state and body composition were evaluated anthropometrically using the ISAK Protocol. Sports Physical performance was evaluated using the test of strength levels in the lower limbs by means of Bosco's Protocol for the CMJ. The data obtained were analyzed with SPSS statistical software and with a significance level of 95% accuracy. Pearson's Chi Square test was applied for the correlations. **Results:** the analyzed adolescent population that had reached the maximum growth peak (PHV), showed that 61.6% (n = 37) had a normal

maturational state. Normal maturing male adolescents ($n = 17$) and late ($n = 16$) presented a mean of 26 and 26.5 kg of MM, respectively. Normal maturing adolescents ($n = 20$) presented a mean of 21 kg of MM; while the late ripeners ($n = 6$) presented an average of 25 Kg of MM. The lower limb strength test showed that 75% ($n = 45$) of the analyzed population had a low CMJ level. **Conclusion:** Male adolescents who had already performed the PHV had a higher kg of MM, reaching a higher level of CMJ. The results obtained in this study would allow to establish a relationship between the age of PHV, the kg of MM with the height of the CMJ and the impact on sports physical performance.

Keywords: Adolescence, Maturational state, Muscle mass, Physical performance

Introducción

La valoración de la maduración somática a través de la antropometría, una técnica no-invasiva fue propuesta a partir de investigaciones de Mirwald et al. Conocer la edad en que los adolescentes realizaron el pico máximo de crecimiento (PHV) permite clasificarlos como maduradores tempranos, maduradores normales o maduradores tardíos. Además, 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 al adolescente para realizar el PHV, el cero el momento exacto en que está realizando el PHV y los valores positivos el tiempo transcurrido desde el PHV. (Hespanhol et al. 2012)

El estirón puberal, sucede cuando el ritmo de crecimiento se acelera a su pico máximo, que es una de las características principales de la etapa de la pubertad y no concuerda con una edad cronológica específica. El PHV es seguido de una progresiva desaceleración, en la cual se produce un crecimiento lento hasta detenerse completamente, momento en que se alcanza la talla definitiva. (Rueda-Quijano et al. 2019). Ocurre en todos los niños, con una variación individualmente en su inicio, intensidad y duración. (Vedia Rodríguez. 2017). Por otra parte, se ha observado que la diferencia de la duración del PHV no es estadísticamente significativa entre ambos sexos, no obstante los hombres comienzan a madurar cronológicamente más tarde. (Benavides Roca et al. 2017)

En cuanto a la composición corporal, en el varón, predomina el crecimiento óseo y muscular, por lo que al tener mayor porcentaje de masa muscular, tendrán un mayor peso que las mujeres, produciendo al final del crecimiento un cuerpo más magro. Por el contrario, en las mujeres, el pico de masa muscular coincide con la menarquia para posteriormente, decrecer (Rueda-Quijano et al. 2019, Muñoz Calvo y Pozo 2011).

Estos cambios morfológicos característicos de cada etapa de crecimiento y desarrollo son factores que condicionan los niveles de capacidad y rendimiento físico que pueden alcanzarse. (Holway y Guerci 2011). Por ello es importante que los entrenadores y profesores de educación física tomen en cuenta el criterio de maduración para poder planificar adecuadamente el nivel de exigencia en los entrenamientos y la complejidad de los compromisos deportivos. (Pérez 1997)

Podemos decir que a nivel deportivo, la valoración del estado madurativo es importante desde una perspectiva de la investigación y clasificación en los deportes juveniles; dado que la edad cronológica es de limitada utilidad en la evaluación del crecimiento y la maduración de los adolescentes. Es decir que conocer la edad madurativa es de utilidad para aumentar la posibilidades de éxito y reducir el riesgo de lesiones deportivas (Gómez-Campos 2013). En este sentido, es común encontrar adolescentes con diferentes estadios de maduración dentro de un mismo grupo de entrenamiento o categoría competitiva, ya que las categorías se dividen por edad cronológica favoreciendo a aquellos que son más maduros por haber nacido a principios de año (Holway y Seara 2011); es decir que favorecer a los más precoces en el proceso de desarrollo biológico. (Holway 2010).

Esto se explica debido a que los cambios en la estructura morfológica poseen relación directa con las respuestas fisiológicas frente al ejercicio, pudiendo observarse claramente cuando se compara individuos de la misma fase etaria, pero con diferente estadio de maduración; donde los adolescentes con una edad biológica acelerada van a poseer mayores valores en tamaño físico, con aumento de la masa ósea y de la masa magra en relación a los adolescentes que se encuentran en edades biológicas atrasadas, y como consecuencia de ello, mejores valores en relación al nivel de rendimiento motor. (Gómez-Campos 2013). Por lo tanto, podemos afirmar que existe una asociación entre la maduración biológica y la actividad física sistemática, que se explica en razón a que las variaciones que se dan en la composición corporal se relacionan con el estadio de maduración, y consecuentemente surgen diferencias en relación al rendimiento motor. (Holway 2010)

Por otra parte, los principales determinantes físicos y fisiológicos del rendimiento físico deportivo influenciados por la nutrición son las cualidades básicas: *fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad*. (García-Villegas et al. 2018). 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). 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 a contribuir en la valoración del rendimiento físico deportivo. (Guzmán Cárdenas 2016)

En la actualidad, uno de los métodos más eficaces es el uso de la aplicación móvil "My Jump 2", la cual calcula la altura del salto vertical realizando un video que precisa de una cámara lenta con 240 capturas por segundo. Es la primera aplicación desarrollada científicamente para medir la altura del salto vertical, se encuentra diseñada y validada por científicos en ciencias del deporte. Su validación fue publicada por la Journal of Strength & Conditioning Research y Journal of Sports Sciences; por lo que ofrece mediciones de fiabilidad al igual que las plataformas de fuerza. (Carlos- Vivas et al. 2016, Haynes et al. 2019;)

Son numerosas las investigaciones que han tratado como objeto de estudio el salto vertical. El hecho de considerarlo como un movimiento básico constituye una habilidad altamente específica para numerosas especialidades deportivas (voleibol, baloncesto, fútbol, etc.), además de constituir un test de campo de especial relevancia para evaluar las capacidades coordinativas de los deportistas o la potencia muscular de las extremidades inferiores; esto justifica el interés que han tenido los investigadores por describir y dar las explicaciones causales de su eficiencia. (Gutiérrez-Dávila et al. 2014).

En Argentina, se han realizado pocos estudios referidos a la temática; uno de ellos se realizó en Buenos Aires, por el Mg. Francis Holway et al., 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, no existen antecedentes de estudios en adolescentes deportistas relacionados con la temática, de manera que, implementar la antropometría como una herramienta predictiva para evaluar el estado de crecimiento, maduración y composición corporal (especialmente la masa muscular), y complementar estos aportes con herramientas de medición de fuerza muscular en miembros inferiores como lo es el test de salto vertical con contramovimiento, sería un aporte concreto y de relevancia en el campo de las ciencias del deporte y de la nutrición deportiva de la provincia.

El objetivo de este trabajo fue evaluar mediante la antropometría el estado madurativo, masa muscular y su impacto en el rendimiento físico en adolescentes deportistas de la provincia de San Luis.

Materiales Y Metodos

Se realizó un estudio descriptivo, cuantitativo, correlacional de corte transversal a partir de los datos antropométricos que fueron evaluados mediante el Protocolo ISAK para determinar el estado madurativo y composición corporal. Los antropometristas que participaron del estudio fueron certificados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) en los niveles 1, 2 y 3. Para la evaluación del PHV se utilizó la ecuación de Mirwald et al. 2002. El rendimiento físico deportivo, se evaluó utilizando el test de niveles de fuerza en miembros inferiores mediante Protocolo de Bosco para el CMJ.

La Muestra se conformó por n= 60 adolescentes deportistas de ambos sexos, de los clubes deportivos (ASEBA, GEPU y 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 de edad; que integren deportes en equipo o individuales; que sus tutores hayan firmado el consentimiento informado y que no presenten dificultades físico-motoras, patológicas o lesiones que imposibiliten realizar los testeos y valoración antropométrica.

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).

Procedimiento

Para el registro y la medición de variables antropométricas se concurrió a los diferentes clubes deportivos y se evaluó a los adolescentes antes del entrenamiento. Se utilizó una Proforma ISAK de perfil completo. El Peso Corporal fue evaluado por una *báscula de peso* Systel Urbe con capacidad de hasta 300 kilos y precisión mínima de 100 gr. La Talla y Talla Sentada fueron evaluadas por *Tallmetro milimetrado* Rosscraft de 1mm a 2,20 m; Los Perímetros (cabeza, brazo relajado, brazo flexionado, antebrazo, mesoesternal, cintura mínima, cadera máxima, muslo máximo y medial, pantorrilla) 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 anterior y pantorrilla) se utilizó *Plicómetro Gaucho Pro* con una presión de cierre constante de

10 gr/mm² en todo el rango de las mediciones o aperturas. Para la evaluación de los diámetros de huesos chicos (humeral, femoral y biestiloideo) se utilizó *Calibre de huesos cortos o chicos 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; y para los huesos grandes (biacromial, torax transverso, anteroposterior y bi-iliocrestal) se utilizó un *Calibre de huesos largos o grandes Rosscraft Campbell 20*: con una escala de 54 cm, ramas de 20 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 requieren, se utilizó *Cajón Antropométrico* con las siguientes dimensiones 40 cm de alto x 50 cm de e ancho x 30 cm de profundidad.

El análisis de la composición corporal, principalmente de la masa muscular (en kg), se realizó mediante el método de fraccionamiento de 5 componentes. El mismo se realizó en un formulario "AntropoGym" creado en Microsoft Excel por Francis Holway.

Por último, para la recolección de los datos del CMJ se utilizó una Proforma de Test de Salto a Contramovimiento; *Cámara de filmación*: precisa que permita una filmación con cámara lenta con 240 capturas por segundo; *Trípode*: para posicionar la cámara y realizar los videos de salto a través de la aplicación móvil; *Aplicación móvil "My Jump 2"*: se utilizó para medir y procesar la altura de salto (CMJ). Se encuentra disponible tanto para IOS como para Android y está diseñada y validada por científicos en ciencias del deporte. Los adolescentes fueron evaluados antes de entrenar, para iniciar la prueba 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.

Análisis Estadístico

El análisis fue de tipo descriptivo-cuantitativo y correlacional. Los resultados obtenidos de la evaluación del estado nutricional de cada adolescente deportista se tabularon con Software estadísticos y bases de datos diseñadas para tal fin como: - SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 22; - Software Planilla Excel de Crecimiento y Maduración de Niños y Adolescentes; Software Planilla Excel Antropogym para el cálculo de composición corporal y Aplicación móvil "My Jump 2".

Para las variables medidas en escala numérica se calcularon medias, valores máximos y valores mínimos hallados, desviaciones estándar, frecuencia porcentual (porcentaje), chi cuadrado de pearson. La significación estadística se estableció con un valor de $p < 0,05$.

Resultados

En la población adolescente analizada se observó que la Edad del PHV para el sexo femenino fue de una media $\bar{x} = 12,8$ años, con un DS +/- = 1,0 y para el sexo masculino una media $\bar{x} = 14$ años con DS +/- = 0,9. En cuanto al Índice Madurativo, el sexo femenino presento una media $\bar{x} = 2,0$ años con un DS +/- = 1,2 y el sexo masculino una media $\bar{x} = 1,9$ año y meses con un DS +/- = 1,6.

Según la edad del PHV de los adolescentes evaluados, el 28,3% (n=17) de los adolescentes varones fueron maduradores normales (12 a 14 años), el 26,6% (n=16) maduradores tardíos (>14 años) y solo el 1,6% (n=1) maduradores tempranos (<12 años). En cuanto a las adolescentes mujeres el 33,3% (n=20) fueron maduradoras normales (10 a 13 años), el 10% (n=6) maduradoras tardías (>13 años) y no se obtuvieron resultados para maduradoras tempranas (<10 años).

Por otro lado, los adolescentes deportistas evaluados mostraron que el 91,6% (n=55) había realizado el PHV, de los cuales el 41,6% (n=25) se encontraba en etapa de Adolescencia Inicial, el 36,6% (n=22) Adolescencia Media y el 13,3% (n= 8) Adolescencia Tardía. El 6,6% (n=4) del total de adolescentes deportistas que aún no realizaba el PHV, se encontraba en etapa de Adolescencia Inicial y sólo el 1,6% (n=1) se encontraba en el momento exacto del PHV. (Tabla N°1).

La figura 1 muestra la correlación de los kilos de masa muscular y la edad del PHV. Las adolescentes maduradoras normales (n=20/26) presentaron una media de $\bar{x} = 21$ kg de MM con un DS +/- = 10 Kg de MM. En las maduradoras tardías (n=6) la media se encuentra en $\bar{x} = 25$ kg de MM, con un DS +/- = 6 Kg de MM.

En cuanto al sexo masculino (n=34), el madurador temprano (n=1) presentó 58,3 kg de Masa Muscular (MM). Los maduradores normales (n=17) presentan una media de $\bar{x} = 26$ kg de MM, con un DS +/- = 15 Kg de MM.

Los maduradores tardíos (n=16) la media observada es de \bar{x} = 26,5 kg de MM, con un DS +/- =15,5 Kg de MM (Figura 1)

La relación entre los Kg de Masa muscular y la edad del PHV de los adolescentes deportistas independientemente del sexo, mostro diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Con respecto a la variable del Salto a contramovimiento (CMJ), se encontró que el sexo masculino un 33% (n=20) realizó un CMJ de nivel bajo (33 a 39,4 cm), 13,3% (n=8) un CMJ de nivel medio (39,5 a 43 cm) y 10% (n=6) un CMJ de nivel alto (43,1 a 50,3 cm). En cuanto al sexo femenino el 41,6% presentó un CMJ de nivel bajo (33 a 39,4 cm), 1,6% (n=1) un CMJ de nivel medio (39,5 a 43 cm). No se obtuvo resultados para CMJ nivel alto (43,1 a 50,3 cm).

Por último, para la correlación de los kilos de MM y CMJ se encontró que, en el sexo femenino el 96,15% (n=25) realizo un CMJ de nivel bajo, con una media de \bar{x} = 21 kg de MM y un DS +/-11,5 kg de MM. No se obtuvieron resultados para CMJ de nivel alto.

En cuanto al sexo masculino el 58,8% (n=20) realizó un CMJ de nivel bajo con una media de \bar{x} = 25 kg de MM y un DS +/-14 kg de MM. El 23,5% (n=8) realizaron un CMJ de nivel medio con una media de \bar{x} = 29,3 kg de MM y un DS +/-11 kg de MM. Por último, el 17,6% (n=6) de los adolescentes varones realizaron un CMJ de nivel alto, con una media de \bar{x} = 30 kg de MM y un DS +/- 18 kg de MM. (Figura 2).

La relación entre los Kg de Masa muscular y el nivel de salto de CMJ de los adolescentes deportistas independientemente del sexo, mostro diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Tabla N° 1. Edad Cronológica e Índice Madurativo de los adolescentes deportistas de ambos sexos.

Tabla de contingencia Edad Cronológica * Índice Madurativo					
		Índice Madurativo			Total
		Aún no realizan el PHV	Momento exacto del PHV	Realizaron el PHV	
Edad Cronológica	Adolescencia Inicial	4	1	25	30
	Adolescencia Media	0	0	22	22
	Adolescencia Tardía	0	0	8	8
Total		4	1	55	60

Edad cronológica: Adolescencia Inicial (10 a 14 años), Adolescencia Media (15 a 17 años), Adolescencia Tardía (18 a 19 años); Índice madurativo: Aún no realizan el PHV (-4, -3, -2, -1 años), Momento exacto del PHV (0 años), Realizaron el PHV (1, 2, 3, 4 años).

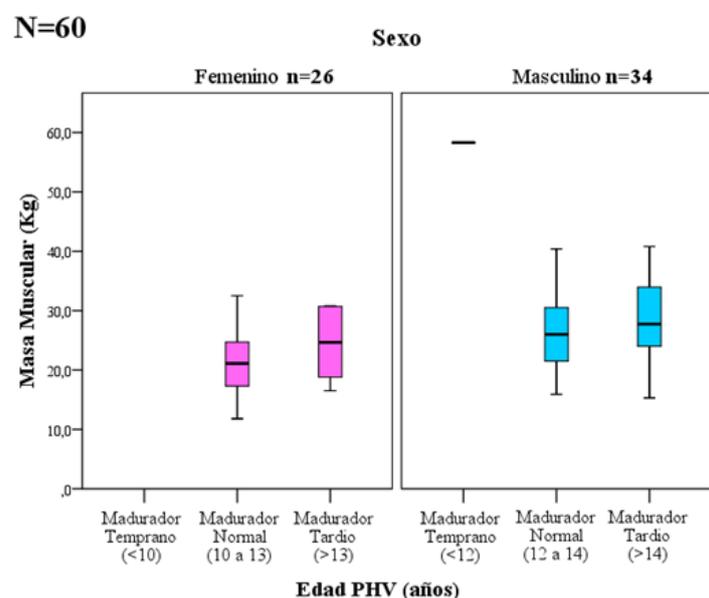


Figura 1. Correlación del Salto a Contramovimiento (CMJ) y los Kg de Masa Muscular (MM) de Adolescentes deportistas según sexo.

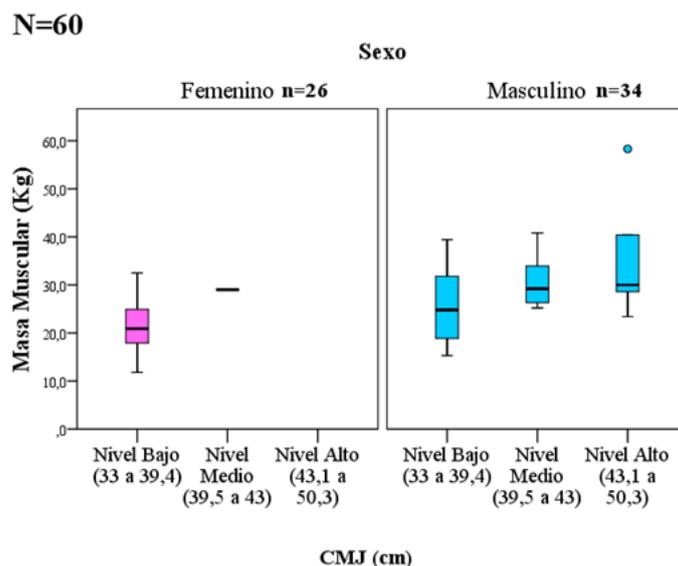


Figura 2. Correlación del Salto a Contramovimiento (CMJ) y los Kg de Masa Muscular (MM) de Adolescentes deportistas según sexo.

Discussion

Este trabajo presenta datos de la edad madurativa o pico máximo de crecimiento (PHV), masa muscular y condición física mediante salto de contramovimiento (CMJ) de adolescentes deportistas de la provincia de San Luis.

En cuanto a la edad del pico máximo de crecimiento (PHV), en nuestro trabajo se encontró que para las adolescentes mujeres la media corresponde a $\bar{x}=12,8$ años y una media de $\bar{x}=14$ años para los adolescentes varones; comparando estos datos con el estudio de Holway y Guerci (2011), se encontraron similitudes con una media $\bar{x}=12,4$ años en el sexo femenino y una media de $\bar{x}=13,8$ años en el sexo masculino. Asimismo, en un estudio realizado por Gómez Campos et al (2012) se observaron diferencias significativas de los valores promedio del PHV, siendo que el sexo femenino el PHV lo realizaron 8 meses antes ($\bar{x}=12$ años) y en el sexo masculino 8 meses después ($\bar{x}=14,8$ años).

Cuando se analizó la edad cronológica de la población adolescente evaluada, se observó que las adolescentes mujeres era más jóvenes en edad cronológica con una media de $\bar{x}=14,7$ años en lo que respecta a los adolescentes varones que presentaron una $\bar{x}=15,8$ años. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos en el estudio de Holway y Guerci (2011), en donde se encontró que “si bien las chicas por término medio eran más jóvenes en edad cronológica que los chicos, eran más maduras que éstos”. Por otro lado, según el PHV de la población evaluada, el 20% (n=6) de las adolescentes mujeres presentó un estado madurativo normal, mientras que el 17% (n=6) de los adolescentes varones correspondieron a madurador normal y un 16% (n=5) a madurador tardío. Otro hallazgo similar para destacar en nuestro trabajo es que las adolescentes mujeres no se obtuvieron datos para el PHV correspondiente a maduradora temprana y solo el 10% (n=6) correspondieron a maduradora tardía; coincidiendo con los valores hallados en el estudio de Holway y Guerci (2011), donde “fue interesante descubrir que no había chicas de maduración precoz y solo n=6 (10%) como de maduración tardía”.

En lo que respecta al Índice madurativo, en nuestro estudio, se observó que del total de los adolescentes deportistas que ya habían realizado el PHV (n=55), las adolescentes mujeres presentaron una diferencia de un mes con respecto a los adolescentes varones. Al comparar los datos con el estudio de Holway y Guerci (2011), se encontró similitud debido a que de acuerdo a la media, el sexo femenino realizó el PHV 6 meses antes que el sexo masculino. Una de las razones por las que el 91,66 % de nuestros adolescentes evaluados ya hubieran realizado el PHV puede deberse al rango etario que se evaluó en el trabajo que fue de 14 a 19 años.-

Por otro lado, se encontraron similitudes para el sexo masculino en cuanto a los kg de Masa Muscular (MM) en un estudio realizado por Salazar-Lioggiodice et al. (2006) en 114 nadadores venezolanos entre 8 y 19

años para la caracterización antropométrica y evaluación de la maduración, donde la \bar{x} fue de 28,3 kg de MM en comparación a la presente investigación \bar{x} de 28,4 kg MM en ambos sexos.

Por otra parte, se encontraron similitudes en un estudio realizado por Secomb et al., (2015) sobre la relación entre la estructura muscular de la parte inferior del cuerpo y la fuerza mediante un test de salto en n=30 adolescentes atletas, se observó que “un mayor grosor en los músculos se relacionaron con una mayor expresión de fuerza dinámica (CMJ) e isométrica en los atletas adolescentes deportistas”; al comparar estos resultados con los hallados en la presente investigación, se encontró concordancia debido a que a mayores kg de Masa Muscular, mayores fueron los valores obtenidos del salto a contramovimiento (CMJ).

Por último, nuestros adolescentes evaluados también presentaron similitudes con los valores hallados en un estudio realizado por Pérez- Contreras et al. (2021), sobre el vínculo entre la composición corporal y el salto vertical en n=44 adolescentes futbolistas, que afirman la “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”.

Conclusion

Cuando se analizó la Masa Muscular (MM) y la edad del pico máximo de crecimiento (PHV), se observó que los maduradores tardíos presentaban mayor kg de MM en ambos sexos, por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos se podría establecer una relación entre la edad de PHV y los kg de MM.

Por otro lado, al relacionar el CMJ con la Masa Muscular (MM), se observó que quienes realizaron un salto de bajo nivel presentaban valores de MM bajos; por lo que se podría decir que la cantidad de kg de MM es proporcional a la altura del salto, es decir, a mayor kg de MM mayor será la altura del CMJ, por lo tanto tendrán mayor nivel de fuerza en los miembros inferiores y por consiguiente un mejor rendimiento físico deportivo.

Este es el primer trabajo que aporta datos relevantes de la población adolescente de la provincia de San Luis respecto a la relación del estado madurativo, masa muscular y su impacto en el rendimiento físico deportivo. Esto permitirá realizar la planificación del entrenamiento y monitorear los efectos de las intervenciones nutricionales sobre el estado de la composición corporal en referencia al PHV e Índice Madurativo. Por último, se sugiere realizar estudios longitudinales de valoración de los distintos test de salto del Protocolo de Bosco en adolescentes deportistas, para establecer tablas referenciales provinciales y nacionales, tanto por edad cronológica como por edad madurativa.

Referencias

Benavides Roca L., Santos Vásquez P., Guajardo Valderas L. (2017). Valoración del pico de velocidad de crecimiento y estatura prevista definitiva de acuerdo a las posiciones de juego de los futbolistas sub 15 y 16 de Rangers de Talca. *Revista Digital de Educación Física*, 8(46): 107- 115. https://emasf.webcindario.com/Valoracion_del_pico_de_velocidad_de_crecimiento_y_estatura_prevista_definitiva_de_acuerdo_a_las_posiciones_de_juego_de_los_futbolistas_sub.pdf

Carlos-Vivas J. Martin-Martinez J. P., Hernandez-Mocholi M. A., Perez-Gomez J. (2016). Validation of the iPhone app using the force platform to estimate vertical jump height. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(3):227-232. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27653154/>

Esparza-Ros F., Vaquero-Cristobal R., Marfell-Jones M. (2019). *Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica Perfil Restringido*. Guadalupe (Murcia), España: UCAM Universidad Católica de Murcia.

García López N. E. (2008). Estudio comparativo de la edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en niños con desnutrición crónica y nutrición adecuada. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología*. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/2201/Garcia_In.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García-Villegas A. A., Solorzano Torres F. E., Garcia Godoy J. P., Guerrero Solorzano J. A., Guerrero Solorzano T. I., Armijos Dutan A. A. (2018). Estado nutricional y rendimiento deportivo de los niños escolares. Caso: cursos de fútbol en Manta (Ecuador). *Revista Espacios*, 39(25):29. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n25/a18v39n25p29.pdf>

Giannini F., Vega S. (2014). *Nutrición aplicada al deporte*. San Luis Argentina: Nueva editorial universitaria.

- Gomez-Campos R., De Arruda M., Hobold E., Abella C. P., Camargo, C., Martínez Salazar C., Cossio-Bolaños M. A. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*, 6(4):151-160. <https://scielo.isciii.es/pdf/ramd/v6n4/revision.pdf>
- Gutiérrez-Dávila M., Garrido J. M., Amaro F. J., Rojas F. J. (2014). Contribución segmentaria en los saltos con contramovimiento en vertical y en horizontal. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 10 (38): 289-304. <https://www.cafyd.com/REVISTA/03801.pdf>
- Gutiérrez-Dávila M., Garrido, J.M., Gutiérrez-Cruz, C., Giles, J. (2011). Análisis de la contribución segmentaria en los saltos verticales con contramovimiento y su efecto debido a la restricción propuesta en el Test de Bosco CMJ. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 27: 59-74. <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274222159004.pdf>
- Guzmán Cardenas E. 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. Trabajo de grado para optar al título de magister en actividad física y salud. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4182/2016edgarguzman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haynes T., Bishop C., Antrobus M., Brazier J. (2019). The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(2):253-258. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29589412/>
- Hespanhol J. E., Gomez Campos R., De Arruda M., Abella C. P., Fargueta M., Cossio-Bolanos M. A. (2012). Valoración del crecimiento físico por medio de la proporcionalidad corporal en escolares peruanos que viven a moderada altitud. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 14(6): 690-703. <https://www.scielo.br/pdf/rbcdh/v14n6/a08v14n6.pdf>
- Holway F. (2010). Principios Básicos de Nutrición en el Deporte. *Cap. 8: Composición corporal Y Nutrición Deportiva*, 195 -226. <https://www.academia.edu/36796054/HOLWAYCOMPCORP>
- Holway F., Guerci, G. (2011). Capacidad predictiva de los parámetros antropométricos y de maduración sobre el rendimiento de adolescentes noveles en remo-ergómetro. *Apunts Medicina De L' Esport*, 47: 99-104. <https://core.ac.uk/reader/39044420>
- Holway F., Seara M. (2011). Cineantropometría de los jugadores juveniles campeones mundiales de hockey sobre hierba. *Apunts: Medicina de l'esport*, 46(172):163-168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6145893>
- Luarte C., González M., Aguayo O. (2014). Evaluación de la fuerza de salto vertical en voleibol femenino en relación a la posición de juego. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(2), 43-52. <https://www.redalyc.org/pdf/5256/525652729005.pdf>
- Malina R. M. (1994). Crecimiento Físico y Maduración Biológica en Deportistas Jóvenes. *PubliCE*, 4: 1-26. <https://g-se.com/crecimiento-fisico-y-maduracion-biologica-en-deportistas-jovenes-728-sa-l57cfb2717bf9a>
- Mirwald R., Baxter-Jones A., Donald A., Beunen G. (2002). Una evaluación de la madurez a partir de mediciones antropométricas. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 34(4):689-94. https://www.researchgate.net/publication/11432300_An_assessment_of_maturity_from_anthropometric_measurements
- Muñoz Calvo M. T., Pozo R. J. (2011). Pubertad normal y sus variantes. *Pediatr Integral*, 15(6):507-518. http://adolescenciasema.org/usuario/documentos/4_-Pubertad_PI_6.pdf
- Pérez B. (1997). Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Tribuna del Investigador*, 4 (2): 102-111. <https://profesoradoonline.com/wp-content/uploads/2020/06/Articulo-6.pdf>
- Rueda-Quijano S. M., Amador-Ariza M. A., Arboleda A. M., Otero J., Cohen, D., Camacho P. A., López Jaramillo P. (2019). Concordancia en la evaluación del desarrollo Puberal mediante la Escala de Tanner entre Adolescentes y un Médico entrenado. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 36(3),408-13. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v36n3/1726-4642-rins-36-03-408.pdf>
- Salazar-Lioggiodice M., Arroyo, E. y Pérez, B. (2006). Caracterización antropométrica y maduración ósea de nadadores venezolanos. *Invest Clin* 47(2), 143 – 154. <http://ve.scielo.org/pdf/ic/v47n2/art05.pdf>
- Vedia Rodriguez E. M. (2017). Relación entre edad cronológica y maduración ósea para determinar el pico de crecimiento puberal en pacientes de 6 a 18 años, que asisten a la clínica de ortodoncia UMSA de la gestión 2005-2015. *Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Odontología, Post Grado Ortodoncia Ortopedia Dentomaxilar*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/24147/TE-29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reconocimiento

Los autores agradecen a los Técnicos Antropometristas ISAK, integrantes del PROIPRO 10-1120: Daniela Novelli, Andrés López, Carla Prado y Candela Sacchi y a los clubes deportivos de la provincia de San Luis: ASEBA, GEPU, San Lorenzo y Centro de Desarrollo y Especialización Deportiva Ave Fénix.

Informacion De Financiamiento

Este trabajo fue financiado por el Proyecto de Ciencia y Técnica PROIPRO 10-1120 de la Facultad de Ciencias de la Salud-UNSL "Análisis interdisciplinario de la fatiga aguda y su impacto en el rendimiento deportivo de adolescentes de la Provincia de San Luis".

Conflicto De Intereses

Los autores manifiestan no presentar conflictos de intereses.

About the License

© The author(s) 2021. The text of this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License