

VALORACIÓN DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN FUNCIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA EN JÓVENES VOLEIBOLISTAS MUJERES

Assessment of explosive strength as a function of chronological age in young Volleyball Women

Autor

Jefferson Eduardo Hespanhol
Dr. Ciencias del Deporte Faculdade de Educação Física, PUC-Campinas,
Campinas, São Paulo, Brasil
jeffehespa@hotmail.com

Miguel de Arruda

Libre docente. Faculdade de Educação Física, FEF UNICAMP
Campinas, São Paulo, Brasil
miguela@fef.unicamp.br

Marco Antonio Cossio-Bolaños

Faculdade de Educação Física, FEF UNICAMP
Campinas, São Paulo, Brasil
mcossio1972@hotmail.com

Rodrigo Vargas Vitoria

Profesor titular UCM, Dr. en Ciencias de La Educación
Facultad de Ciencias de la Educación UCM
rvargas@ucm.cl

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar la fuerza explosiva y fuerza explosiva elástica de tres categorías de Voleibolistas mujeres. La muestra fue de 38 deportistas de sexo femenino, divididas en tres grupos: Juveniles, Infantil-Juvenil e Infantiles. Las variables valoradas fueron peso corporal (kg), estatura (cm), squast Jump y Contramoviment Jump. Los resultados se analizaron a través de estadística descriptiva de promedios y desviaciones estándar. Las comparaciones entre los grupos se efectuó por medio de ANOVA de dos vías y la prueba de especificidad de Duncan's post-hoc Test. Los resultados muestran diferencias significativas entre las tres categorías y en ambas pruebas de saltos. Los resultados sugieren que las voleibolistas juveniles muestran superioridad en todas las pruebas en relación a las atletas infantil-juvenil e infantiles. Por lo que los entrenamientos deben ser desarrollados en función de cada categoría específica.

PALABRAS CLAVES

Valoración, Fuerza explosiva, Vóleibol.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the explosive force and elastic explosive strength Volleyball three categories of women. The sample consisted of 38 female Athletes; the groups were divided into three Youth, Children and Youth and children. The variables assessed were body weight (kg), height (cm), and Contramoviment squast and Jump Jump. The results were analyzed using descriptive statistics and standard deviations. Comparisons between groups were made using two-way ANOVA test and Duncan's specific post-hoc test. The results show significant differences between the three categories and in both jumping events. The results suggest that youth volleyball players show superiority in all tests in relation to child and adolescent athletes and children. So the training should be developed according to each specific category.

KEYWORDS

Assessment, explosive force, Volleyball.



1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la fuerza explosiva es una de las cualidades físicas que deben formar parte de un programa de entrenamiento de la fuerza en voleibolistas (Scates y Linn, 2003; Sheppard et al, 2009; Ziv y Lidor, 2010; Sheppard et al 2011). Algunos estudios (Ciccarone et al, 2001; Ziv y Lidor 2010; Sheppard et al, 2011) evaluaron el desempeño de la fuerza explosiva en voleibolistas de alto rendimiento de hombres y otros como Häkkinen, 1989; Häkkinen, 1993; Nokolaidis et al. 2011; González Ravé, Arija, Clemente-Suarez, 2011) estimaron el desempeño para las mujeres.

Sin embargo, esos resultados fueron constatados en poblaciones adultas y presentaron resultados diferentes en las manifestaciones de fuerza explosiva al ser comparados con la población de jóvenes voleibolistas (Ciccarone, et al. 2001). En otro estudio se investigó la transición del joven atleta hacia la adultez, identificando incrementos en la capacidad del salto vertical como consecuencia del aumento de la masa magra, reducción de la masa grasa, mejoramiento de la fuerza y velocidad como también la fuerza máxima producto del desarrollo de elevados niveles de ciclos de estiramientos y acortamientos (Nolan; Newton, 2012).

Esto sugiere que los jóvenes atletas tienden a desarrollar con efectividad su acondicionamiento físico de fuerza (Faigenbaum et al., 1996; Lidor y Ziv, 2010; Gozer et al., 2011; Noyes et al., 2011) presentando diferencias en la estimación del desempeño de ella en cada fase etaria. Esto se aprecia en la literatura especializada ya que el aumento de la fuerza está asociado con la edad cronológica y biológica (Viitasalo et al., 1992; Manila, Bouchard y Bar-Or, 2004).

En el contexto de los jóvenes atletas, el desarrollo de la fuerza explosiva sufre varios cambios en relación a la edad. El estudio de Bosco (1994) con niños y adolescentes en la franja etaria de 4 a 19 años de ambos sexos, evidencia la existencia de aumentos lineales en el desarrollo de la fuerza hasta la pubertad, en el caso de las niñas (12 a 13 años) y en

niños (13 a 14 años), por lo tanto, cuando el joven entra en esa fase de cambios en el desempeño de la fuerza, hay a partir de allí una marcada aceleración en su rendimiento (Blimkie, 1992; Blimkie y Sale, 1998).

Algunos estudios conocidos en la literatura sobre jóvenes atletas, permiten estimar la existencia de diferencias en el desempeño de la FE y FEE, entre las categorías de los voleibolistas en la niñez y adolescencia, por tanto la necesidad de monitorear tales variables en las categorías menores se hace evidente para la construcción de programas de entrenamiento en jóvenes, así como en el proceso de definición de los nuevos talentos deportivos para el vóleibol.

El objetivo de este estudio fue comparar el rendimiento de la fuerza explosiva elástica entre las categorías Infantil (I); Infanto-Juvenil (II); Juvenil (J), en voleibolistas de sexo femenino.

2. METODOLOGÍA

Se seleccionó una muestra no-probabilística (accidental) de 38 voleibolistas de sexo femenino. Las atletas presentaron un rango de edad de 13 a 19 años. Fueron divididas en tres grupos: 11 juveniles, 13 infantil-juveniles, y 14 infantiles. (Ver tabla I)

Las atletas pertenecen a un Club de la región Metropolitana de Campinas, SP (Brasil), donde desarrollaban un promedio de 90 min/día de entrenamiento orientados a la iniciación deportiva y adaptaciones musculares. La recolección de datos se efectuó al inicio de la temporada de preparación en horario matutino (8:00 - 9:00hrs).

Fueron incluidos en el estudio las chicas que presentaban dos años de antigüedad y se excluyeron las que tenían menos de dos años de experiencia y aquellas que presentaban riesgos de lesiones.

TABLA I. Características antropométricas y años de entrenamiento de la muestra.

Variables	Edad (años)		Estatura (cm)		Masa Corporal (kg)		Entrenamiento (años)	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Infantil	13,25	0,52	167,57	3,59	53,32	4,25	3,35	0,89
Infantil-Juvenil	15,32	0,52	172,31	5,85	64,52	9,48	4,74	1,37
Juvenil	18,03	0,46	179,09	4,04	66,33	6,58	6,87	2,69

Antropometría

Las medidas antropométricas de peso corporal (kg) y estatura (cm) fueron valoradas a partir de las sugerencias descritas por Lohman ET (1988). Para la estatura se utilizó un estadiómetro graduado de (0 a 250cm) con una precisión de 1mm., y para el peso corporal se utilizó una balanza digital marca Plena Lithium Digital con una precisión de 100g. y con una capacidad de hasta 150kg. Ambas variables medidas muestran un Error Técnico de Medida (ETM) inferior al 2%.

Fuerza explosiva

Las manifestaciones de fuerza explosiva fueron estimadas a través de métodos de saltos verticales. Se utilizó las siguientes pruebas: Fuerza explosiva (FE) y Fuerza explosiva elástica (FEE). Para la estimación de la FE se utilizó el test de salto vertical con media sentadilla iniciando de una posición estática de 5 segundos (Squast Jump). Para la FEE se empleó el test de salto vertical con contra-movimiento (Contra-movement jump). Las sentadillas realizadas para cada salto tuvo un ángulo de aproximadamente 110°, el cual fue sugerido por Finni et al, (2001). En general para ambas pruebas se siguió las recomendaciones descritas por Komi; Bosco (1978); Bosco (1994). El instrumento utilizado fue una plataforma de salto Ergojump tecnología Brasileira. Antes de ejecutar las pruebas las chicas realizaron un calentamiento de 10 a 15min., en el gimnasio del Club. Cada atleta tuvo 3 intentos para realizar los saltos y se registró el mejor para cada prueba.

Para ambos test aplicado el Error Técnico de Medida (ETM) muestra valores inferiores del 3%, los cuales garantizan la calidad de las medidas mostradas en el estudio.

Consentimiento informado

Las atletas fueron informadas sobre los objetivos del estudio y los procedimientos de aplicación que implican las pruebas. Los padres y apoderados firmaron la ficha de consentimiento, autorizando las evaluaciones de acuerdo a las sugerencias descritas por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Estatal de Campinas, SP, Brasil.

Análisis estadístico

Para el análisis de la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Las variables medidas se encuentran representadas por medio de la estadística descriptiva de media aritmética (X) y desviación estándar (DE). Para determinar las diferencias significativas entre los grupos se utilizó ANOVA de dos vías y la prueba de especificidad de Duncan's post-hoc Test con un nivel de significancia de $p < 0,001$.

3. RESULTADOS

Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías J, IJ e I. En la tabla II, se presenta el análisis descriptivo para FE y FEE en J, IJ e I. En relación a las comparaciones múltiples de las medias fueron observadas diferencias entre J x I ($p=0,000062$) J x IJ ($p=0,002727$) e IJ x I ($p=0,002775$) en la FE, y entre J x I ($p=0,000062$), J x IJ ($p=0,0010063$) e IJ x I ($p=0,00059$) en la FEE.

Las voleibolistas mayores presentaron más fuerza durante los tests de SJ y CMJ que las de categorías más jóvenes, lo que es revelado en las comparaciones entre la categoría superior e inferior. En ese análisis de los datos fue posible constatar cierta superioridad de la categoría IJ en relación a la I en el rendimiento de la FE y FEE, como también indican que las J presentaron valores medios superiores en relación a las I e IJ en el rendimiento de la FE y FEE.



TABLA II. Descriptivo de los valores medios y desvío patrón de las manifestaciones de la fuerza explosiva y explosiva elástica en voleibolistas en las categorías juvenil, infantojuvenil e infantil de sexo femenino.

Variables	Juvenil		Infanto-Juvenil		Infantil		p
	Media	DP	Media	DP	Media	DP	
FE (cm)	30,47 ^{a,c}	4,04	20,16 ^{a,c}	2,38	23,41 ^{a,b}	1,90	0,000001
FEE (cm)	34,07 ^{a,c}	5,14	30,60 ^{a,c}	3,08	25,27 ^{a,b}	2,20	0,000001

^ap<0,05 en relación a J, ^bp<0,05 en relación a IJ, ^cp<0,05 en relación I.

Para el pick de potencia (PP) del salto vertical, fue posible verificar diferencias estadísticamente significativas en la estimación del PP en el salto vertical para el SJ (F=31,910; p=0,000001) y CMJ (F=41,129; p=0,000001) entre las categorías J, IJ e I.

TABLA III. Descriptivo de los valores medios y desvío patrón de la estimación del pick de potencia del salto vertical en voleibolistas en las categorías juvenil, infanto-juvenil e infantil de sexo femenino.

Variables	Juvenil		Infanto-Juvenil		Infantil		p
	Media	DP	Media	DP	Media	DP	
PP-SJ (W)	2817,53 ^{a,c}	265,15	2510,06 ^{a,c}	482,80	1915,71 ^{a,b}	220,46	0,000001
PP-CMJ (W)	3032,14 ^{a,c}	284,13	2744,70 ^{a,c}	535,21	1777,37 ^{a,b}	197,97	0,0000001

^ap<0,05 en relación a J, ^bp<0,05 en relación a IJ, ^cp<0,05 en relación I. PP=pick de potencia; W=watts.

4. DISCUSIÓN

Al comparar los rendimientos de la fuerza explosiva (FE) y explosiva elástica (FEE) fueron constatadas diferencias significativas entre las categorías infantiles (I), infanto-juveniles (IJ) y juveniles (J), revelando que las voleibolistas mayores generan más fuerza que las más jóvenes. En ese contexto, una posible explicación (Blimkie; Sale, 1998) es que el desarrollo de la fuerza está asociado al efecto de la edad; esto puede ser evidenciado en el estudio de Martins et al., (2004) con 100 niñas de 12 a 17 años, cuyos resultados revelan que la edad es una variable explicativa de los cambios ocurridos en el desempeño ($r^2=0,75$; $p<0,05$).

También se ha sugerido (Blimkie y Sale, 1998) que existen algunos factores que pueden ser los responsables para los cambios

asociados a la edad en el desarrollo de la fuerza y potencia en los que se destacan la masa corporal (MC), el largo de los miembros inferiores (LMI) y el volumen transversal de las piernas (VTP). Martins et al., (2004) revela evidencias de que en las niñas, las variables de MC, LMI, VTP y la edad permiten variaciones significativas para la explicación de los cambios ($p<0,05$), sugiriendo que LMI es la variable que mejor explicó el 68% de la potencia; y juntas las variables VTP y LMI el 48% ($p<0,05$) los cambios en el rendimiento de la fuerza ocurridas entre las niñas mayores y las de menor edad.

Un indicador de que la masa libre de grasa, puede explicar en parte las diferencias encontradas por este estudio entre las categorías, al investigar voleibolistas de sexo femenino Nikolaidis et al., (2011) en tres grupos próximos a este estudio Sub 14, entre 14 y 18 años y sobre los 18 años constató que la masa libre de grasa fue menor en las jugadoras con edad inferior a los 14 años ($41,57 \pm 6,06$ kg) en comparación a jugadoras con edades entre 14-18 ($50,24 \pm 6,96$ kg) y las jugadoras con edad superior a los 18 ($52,03 \pm 3,39$ kg).

Las voleibolistas del nivel J presentaron cierta superioridad en el rendimiento de la FE, FEE y en la potencia generada PP en relación a las del nivel I e IJ. Armstrong, Welsman y Chia (2001) han demostrado similares resultados, en la estimación del pick de potencia (PP) en las comparaciones entre las edades de 12-13 años en relación a las de 17 años en niñas y adolescentes, constatando diferencias con aumentos del 66% en el rendimiento ($p<0,01$), revelando superioridad en las estimaciones del PP para las niñas de 17 años respecto de las 12-13 años. Se ha reflejado grandes aumentos del rendimiento de la fuerza en niñas y adolescentes en las categorías de I a J (13 a 19 años). Corroborando esas informaciones de potencia, Nikolaidis et al., (2011), verificó que la potencia del pick relativa medida en el wingate fue la más elevada en el grupo sobre los 18 años ($9,72 \pm 0,65$ W • kg), más baja en el grupo 14-18 años ($8,95 \pm 0,77$) y menor en la sub 14 ($8,32 \pm 0,78$ kg • W).

La superioridad en el rendimiento de la FE de las niñas de las categorías mayores J

respecto de las más jóvenes IJ e I y también las de la categoría IJ en relación a I, representan que existe un aumento de la FE debido a un mejor aprovechamiento del componente contráctil y de la activación neural para la producción de la relación Fuerza x velocidad (Viitasalo et al., 1992). Estos resultados son corcondantes con otros estudios (Artega et al., 2000; Anderson, Pandy, 1993), demostrando que existe el aumento del desarrollo de la fuerza debido a la potencialización del componente contráctil el que permite liberar mayor cantidad de energía por lo tanto mayor trabajo realizado durante la FE.

Los factores que pueden explicar esas diferencias en el rendimiento de la fuerza potenciada por esos elementos, son causados por los cambios en la estructura del sistema neuromuscular durante el proceso de crecimiento y desarrollo (Viitasalo et al., 1992), consecuentemente como revelan Goldspink; Harridge (2003) llevan cambios morfológicos en la estructura del músculo esquelético, y de acuerdo a Viitasalo (1988) posibilitan cambios en la coordinación muscular de la habilidad básica de saltar.

En cuanto a la superioridad en el rendimiento de la FEE de la categoría J respecto de la IJ e I y también de la categoría IJ en relación a la I, ha sido explicada en estudios con adultos (Komi, Bosco, 1978; Cavagna, 1977; Bosco et al, 1982; Komi, 1993) en el que ese rendimiento es debido a la potencialización del componente elástico. Luego se observa que el aumento en el rendimiento de FEE en la categoría subsecuente superior puede ser explicado por la efectividad de la liberación de energía elástica durante el estiramiento muscular en la fase del ciclo de estiramiento- acortamiento con un aumento de ese componente en su desarrollo.

Las principales diferencias entre las jóvenes voleibolistas fueron J x IJ en la FE y FEE, J x I en la FE y FEE, e IJ x I en la FE y FEE. Luego, el análisis de los datos apunta a la existencia de una potencialidad mayor en el rendimiento de la fuerza explosiva y de la fuerza explosiva elástica de las atletas juveniles en relación a las infanto-juvenil e infantiles. Pero los resultados del presente estudio como los resultados de otros González-Ravé, Arija; Clemente-Suarez,

2011) sugieren que las jugadoras de vóleibol pueden aumentar continuamente la capacidad de fuerza, junto con la composición corporal durante el curso del desarrollo de la infancia a la juventud.

5. CONCLUSIONES

Los resultados muestran diferencias significativas entre las tres categorías y en ambas pruebas de saltos. Los resultados sugieren que las voleibolistas juveniles muestran superioridad en todas las pruebas en relación a las atletas infantil-juvenil e infantiles. Por lo que los entrenamientos deben ser desarrollados en función de cada categoría específica, a su vez los entrenadores y preparadores físicos deben usar tales informaciones para la elaboración y estructuración de programas de sus equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson F. C., Pandy M. G. (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *J. Biomech*; 26: 1413 - 27.
2. Armstrong N., Welsman J. R., Chia, M. Y. H. (2001). Short term power output in relation to growth and maturation. *Br J Sports Med*; 35:118-24.
3. Artiga R., Dorado C., Chavarren, J., Calbet, J. A. L. (2000). Reliability of jumping performance in active men e women under different stretch loading conditions. *J Sports Med Phys Fitness*; 40:26 - 34.
4. Blimkie C. J. (1992). Resistance during training pre-and early puberty: efficacy, trainability, mechanism, and persistence. *Can J Sport Science*; 17:264-79.
5. Blimkie C. J. R., SALE DG. (1998). Strength development and trainability during childhood. In: Van Praagh E. Pediatric anaerobic performance. Champaign: Human Kinetics; p.193 - 224.
6. Bosco, C. (1980). Sei um grande atleta: vediano che cosa dice l'Ergojump. *Pallavolo*; 5:34-6.



7. Bosco C, Viitasalo JT, Komi PV, Luhtanen P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Phys Scand*; 114:557-65.
8. Bosco C. (1994a). *La preparazione fisica nella pallavolo femminile*. Roma: Società Stampa Sportiva.
9. Cavagna G. A. (1977). Storage utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*. 5: 89-129.
10. Ciccarone G., Martelli G., Fontani G. (2000). Evaluation of jumping capacities in volley players of different role. *Sci and Sports*; 15: 332.
11. Ciccarone G., Bonifazi M., Napoli E. D., Martelli G., Stabile M, Fontani G. (2001). Evaluation of jumping capacities in high-level volleyball players. VI Congress of the European College of Sport Science. Cologne: German Society of Sport Science; p. 1294.
12. Faigenbaum AD, Westcott WL, Micheli LJ, et al. (1996). The effects of Strength training and detraining on children. *J Strength Cond Res*; 10:109 -14.
13. Faigenbaum AD, Westcott WL, Loud, RL, Long C. (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*; 104:1 - 7.
14. Finni T, Ikegawa S, Kallio J, Lepola V, Komi PV. (2001). Vastus lateral's length and force in isometric and stretch-shortening cycle conditions. *J Sports Sci*; 19:550-51.
15. Golspink G, Harridge S. (2003). *Cellular and Molecular aspects of adaptation in skeletal muscle*. In: KOMI, P. V. Strength and power in sport. London: Blackwell Scientific Publication,. p. 231- 251.
16. González-Ravé JM, Arija A, clemente-Suarez V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *J Strength Cond Res*. Jun; 25(6):1492-501.
17. Häkkinen K. (1989). Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basketball players. *J Human Mov Stud*; 16:291 - 303.
18. Häkkinen H. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness*; 33:223-32.
19. Komi PV, Bosco C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men. *Med. Sci Sport Exerc*; 10:261-65.
20. Komi PV. (2003). Stretch-Shortening Cycle. In: Komi PV. Strength and power in sport. London: Blackwell Scientific Publication; p.184-202.
21. Lidor R, Ziv G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players--a review. *J Strength Cond Res*. Jul; 24(7):1963-73.
22. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics.
23. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, Human Kinetics.
24. Martin RJF, Dore E, Twisk E, Van Praagh E, Hautier CA, Bedu M. (2004). Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Med Sci Sports Exerc*; 36:498-503.
25. Nikolaidis P, Ziv G, Arnon NM, Lidos R. (2011). *Physical Characteristics and Physiological Attributes of Female Volleyball Players - The Need for Individual Data*. *J Strength Cond Res*. Nov 9.
26. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell TA. (2011). training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *J Strength Cond Res*. Aug; 25(8):2151-60.
27. Ozer D, Duzgun I, Baltaci G, Karacan S, Colakoglu F. (2011). The effects of



- rope or weighted rope jump training on strength, coordination and proprioception in adolescent female volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. Jun; 51(2):211-9.
28. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. (1999). Cross-Validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*; 31: 572 -7.
29. Scates AL, Linn M. (2003). *Complete conditioning for volleyball*. Champaign: Human Kinetics.
30. Sheppard JM, Chapman DW, Gough C, Mcguigan MR, Newton RU. (2009). Twelve-month training-induced changes in elite international volleyball players. *J Strength Cond Res*. Oct; 23(7):2096-101.
31. Sheppard JM, Dingley AA, Janssen I, Spratford W, Chapman DW, Newton RU. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Sci Med Sport*. Jan; 14(1):85-9.
32. Sheppard JM, Nolan E, Newton RU. (2012). Changes in strength and power qualities over two years in volleyball players transitioning from junior to senior national team. *J Strength Cond Res*. Jan;26(1):152-7.
33. Viitasalo JT, Rahkila P, Österback L, Alen M. (1992). Vertical jumping height and horizontal overhead throwing velocity in young male athletes. *J Sports Sci*; 10: 401-413.
34. Viitasalo JT. (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Res Quart Exerc Sport* 59:9-13.
35. Ziv G, Lidor R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scand J Med Sci Sports*. Aug; 20(4):556-67.



