

RELACIÓN ENTRE LA PROPORCIONALIDAD CORPORAL Y LA VELOCIDAD DEL SWING EN JUGADORES DE BÉISBOL JUVENIL: EFECTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA

José R. Padilla

Email: joseraphael.pa@gmail.com

UENTADEBA_Venezuela-Barinas

(Recibido: Julio 2012 para Publicación: Diciembre 2013)

RESUMEN

La velocidad del swing es considerada un factor determinante para lograr el éxito en la acción de batear, por lo que el presente estudio tuvo como objetivo general, establecer la relación entre la proporcionalidad corporal y la fuerza explosiva con la velocidad del swing de veinticuatro (24) jugadores integrantes de la selección juvenil de béisbol del Estado Barinas. Metodológicamente es un estudio de carácter cuantitativo, cuyo diseño es de campo y su nivel de carácter descriptivo-correlacional, de corte transversal. La medición de la velocidad del swing se realizó en el propio terreno de juego, utilizando una pelota reglamentaria que estaba colocada en un batting-tee (soporte de bateo). Por su parte, para la fuerza explosiva se empleó la prueba de lanzamiento del balón medicinal. El protocolo utilizado para las mediciones antropométricas, fueron los estándares establecidos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría, y a partir de ellas, se obtuvieron los índices Z del modelo escalable. El análisis de datos se realizó a través del software estadístico SPSS versión 17. Los resultados expresan que existe una correlación negativa y significativa entre la velocidad del swing y la proporcionalidad corporal (índice z de la longitud acromial-dactylion) (**r: -0,465; p < 0,05**). En función de los resultados obtenidos, se puede concluir que del grupo de variables de la proporcionalidad corporal a ser relacionadas con la velocidad del swing, la que presentó una correlación significativa con la velocidad del swing es el índice z de la longitud acromial-dactylion, no siendo afectada dicha relación por la fuerza explosiva.

Palabras claves: proporcionalidad, béisbol, método escalable, fuerza explosiva.

Proportionality relationship between body and swing speed in youth baseball players: effect of explosive strength

ABSTRACT

The swing speed is considered a key factor for success in the action hit, so this study aimed to generally establish the relationship between body proportionality and explosive force of the

swing speed of twenty-four (24) players members of the youth team baseball Barinas State. Methodologically is a quantitative study, whose design is a field and level of descriptive-correlational, cross-sectional. Measuring the speed of the swing itself was conducted in the field, using a ball regulation which was placed on a batting-tee (batting tee). For its part, to the explosive force test was used to launch the medicine ball. The protocol used for anthropometric measurements were the standards set by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry, and from them were obtained Z index of scalable model. Data analysis was performed using SPSS statistical software version 17. The results show that there is a significant negative correlation between swing speed and body proportionality (index z-acromial length dactylion) (**r: -0.465, P <.05**). Depending on the results, we can conclude that the set of variables of body proportionality to be related to the speed of the swing, which significantly correlated with the speed of the swing is the index z-acromial length dactylion, no such relationship being affected by the explosive force.

Keywords: proportionality, baseball, scalable method, explosive strength.

INTRODUCCIÓN

El hombre a través de la historia siempre ha tenido constantemente la preocupación por el estudio de sus características morfológicas y los factores que influyen sobre ella. Sobre este particular, Michels (2000) señala que “de la evolución humana han surgido las semejanzas y las diferencias genéticas, influenciadas por el medio ambiente donde se desenvuelve cada individuo, y a partir de éste una variedad de formas, tamaños, proporciones, constitución física, entre otras” (p. 107).

Por su parte, Appelboom (1988) indica que las relaciones entre lo físico y el rendimiento ya eran conocidos desde los Juegos Olímpicos de la antigua Grecia, “dando origen a los estudios antropométricos de nuestro tiempo; a partir del siglo VIII a.C para los Espartanos los ejercicios físicos tenían características guerreras, propiciando la preparación militar, la disciplina cívica y espiritual tanto para hombres como para mujeres” (p. 594). Evidentemente, la proporcionalidad antropométrica ha despertado el interés por diferentes motivos; como lo son la selección de guerreros para el combate, la estética o la selección de talentos deportivos.

Debe señalarse que las características antropométricas forman parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento. En efecto, Carter (2007) señala que se debe seleccionar a los deportistas atendiendo estrictamente al perfil antropométrico que representa el patrón de referencia de los mejores participantes en una especialidad deportiva determinada. En consecuencia cada especialidad deportiva cuenta con un patrón cineantropométrico específico, que permite conocer cuáles son las características antropométricas que debería tener un determinado sujeto para lograr el mayor rendimiento en dicha especialidad, bien sea individual o colectiva y en función de la subespecialización de ciertas funciones o de la ubicación en el terreno de juego, determinando los tipos corporales para ser seleccionados a una posición específica.

En este sentido, el béisbol, presenta dentro de sus características particulares cuatro (4) destrezas básicas de mayor importancia en el desarrollo del juego, siendo las mismas: el fildear, lanzar, correr y batear. Es necesario mencionar, que por la propia dinámica del juego de béisbol, que requiere determinadas condiciones tanto a la defensiva como a la ofensiva, demanda que existan diferencias en las posiciones que ocupan en el campo. Así se tiene que los fundamentos de lanzar y batear una pelota de béisbol son gestos técnicos de suma importancia en el juego, por lo que el poder determinar los factores que influyen su rendimiento se hace una tarea de cardinal importancia.

En esta línea, Padilla (2008), realizó una investigación de corte transversal para determinar las incidencias del perfil de proporcionalidad sobre la velocidad del lanzamiento en veinte (20) integrantes de la selección juvenil de béisbol del estado Barinas, de los cuales nueve eran (9) lanzadores, siete (7) infielders (incluidos 2 receptores) y cuatro (4) outfielders. Las conclusiones resultantes de este estudio fueron que las variables de la longitud relativa de la extremidad

superior, altura acromial e ilioespinal y anchura biacromial, ejercieron una mayor influencia sobre la velocidad del lanzamiento.

Por su parte, Szymanski y cols. (2007), en un trabajo conjunto entre las universidades de Alabama y Louisiana-USA; evaluaron el efecto de la fuerza rotacional del tronco sobre la velocidad angular de la cadera y los hombros y las velocidades lineales del bate en jugadores de béisbol de bachillerato. Los sujetos del estudio fueron jugadores de bachillerato con una edad de $15,4 \pm 1,2$ años, los cuales fueron escogidos al azar y divididos en dos (2) grupos de entrenamientos; grupo N°1 (n: 24) y grupo N°2 (n: 25). Los dos (2) grupos realizaron un programa periodizado de entrenamiento con resistencias y ejecutaron 100 swings por días, tres (3) días a la semana, en 12 semanas. El grupo N°2 ejecutó ejercicios adicionales de rotación y del cuerpo completo con bolas medicinales tres (3) días a la semana durante las 12 semanas.

Los resultados indican que el grupo 1 y 2 aumentaron ($p < 0,05$) la velocidad al final de la línea del bate (3,6 y 6,4%), la velocidad de las manos (2,6 y 3,4%), en el test de tres (3) repeticiones máximas dominantes (10,5 y 17,1%) y no dominante (10,2 y 18,3%), la fuerza rotacional del tronco, y los lanzamientos con la bola medicinal (3,0 y 10,6%) después de 12 semanas de entrenamiento. El grupo 2 demostró mayor mejoramiento en todas las variables que los del grupo 1.

Dugarte (1996), realizó un trabajo de grado de especialización perteneciente a la Universidad de los Andes (ULA-Mérida, Venezuela), cuyo propósito fundamental fue determinar las diferentes características mecánicas intervinientes en la ejecución del bateo. Para así poder establecer cuáles eran las variaciones que probablemente afectaban el rendimiento de la destreza en un grupo de seis (6) atletas pertenecientes a los equipos de Zulia y Lara quienes disputaron la semifinal de los X Juegos Nacionales Juveniles celebrados en la ciudad de Cumaná

durante el mes de septiembre de 1995. Utilizó una cámara de video marca Panasonic U-465 para la recolección de los datos en la destreza. Los resultados encontrados fueron una correlación positiva para el promedio de las velocidades horizontales del centro de gravedad, así como un aumento en la pérdida de la velocidad vertical del centro de gravedad. De igual manera concluyó que el desplazamiento del centro de gravedad en la horizontal es el factor más influyente en la ejecución del bateo.

Asimismo, Rojas (2008), establece que “podemos considerar que el factor antropométrico también puede favorecer al radio de rotación, ya que aquellos deportistas de mayor talla y de longitud en los segmentos distales dispondrán de mayores radios de rotación, lo cual sería una ventaja en estos gestos si su participación muscular les permitiera generar velocidades angulares similares a las adquiridas por deportistas de menor talla” (p. 236).

A la luz de los anteriores planteamientos y a pesar que se han reportados estudios que argumentan la existencia de variables cineantropométricas que inciden en la velocidad del lanzamiento, como el presentado por Padilla (2008), en el caso del gesto motor de la acción de batear no parecen estar del todo claro así como estudios sobre la existencia de programas de fuerza explosiva y su influencia sobre la velocidad del swing. Indudablemente el rendimiento en dicha destreza está determinado por la velocidad del swing, siendo la misma considerada como uno de los factores fundamentales que le permiten al bateador lograr mayor éxito al momento de ejecutar la acción, por lo que una disminución le proporcionaría menores posibilidades de alcanzar el tan ansiado éxito. Dicha velocidad posiblemente esté influenciada por la proporcionalidad de las longitudes de los miembros superiores y la anchura biacromial y biileocrestal y del nivel de fuerza explosiva que presenten los atletas.

Es por ello que el propósito de ésta investigación radica en la necesidad de determinar los factores de la proporcionalidad antropométrica de la longitud acromial-dactylion de la extremidad superior, las anchuras corporales biacromial y biileocrestal y la fuerza explosiva que inciden en la velocidad del swing. Todo ello, con el objeto de poder ofrecer a los entrenadores de este deporte pautas más concretas para el proceso de selección de talentos deportivos en la acción de batear.

METODOLOGÍA

Diseño metodológico

El presente estudio se realizó bajo un diseño de campo y cuyo nivel de carácter descriptivo-correlacional, de corte transversal. La población objeto de estudio la comprendieron 30 atletas masculinos pertenecientes a la selección de béisbol juvenil del estado Barinas, Venezuela, para el año 2009, con edades comprendidas entre 16 y 18 años. La muestra, por su parte, estuvo conformada por veinticuatro (24) sujetos (20 que bateaban a la mano derecha y 4 a la izquierda). El tipo de muestreo utilizado es no probabilístico intencional. Se evaluaron solo los jugadores de posición, no incluyendo a los lanzadores.

Para la agrupación de los jugadores según su posición, fueron distribuidos en cuatro (4) categorías, de acuerdo al rol que cumplían a la defensa: infielders (segunda base, short stop y tercera base); outfielders (right fielders, center fielder y left fielders); receptores y primeras base (ver cuadro N° 1 y N° 2). Por otra parte, para la confección del modelo Phantom escalable se tomaron en cuenta los veinticuatro (24) sujetos antes mencionados anteriormente, con una muestra adicional correspondiente a veinte (20) jugadores que pertenecieron a la selección de béisbol del estado Barinas para los Juegos Nacionales Juveniles de los Llanos para el año 2007.

Cuadro N° 1.

Datos básicos descriptivos de los sujetos (los valores se presentan en promedio y \pm DS).

	Sujetos	
	Sujetos 2009 (24)	Sujetos 2007 (20)
Edad (años)	17,15 ± 1,25	17,25 ± 1,11
Estatura (cms)	172,70 ± 4,57	174,80 ± 5,90
Peso (kg)	69,300 ± 11,500	69,800 ± 10,500

Cuadro N° 2.

Datos básicos descriptivos de los sujetos (24) por posición de juego.

	Posición de Juego			
	Inf. (7) (2B, SS, 3B)	Outf. (10) (RF, CF, LF)	Recept. (4) (C)	Prim. Base (3) (1B)
Edad	17,23 ± 1,25	17,23 ± 1,25	17,25 ± 1,2 1,20	17,53 ± 1,45
Estatura	169,6 ± 2,8	175,5 ± 3,5	171,5 ± 6,6	172,1 ± 3,8
Peso	62,686 ± 6,910	68,460 ± 6,980	76,650 ± 20,180	77,733 ± 13,280

Inf: Infielders. Outf: Outfielders. Recept: Receptores. Prim. Base: Primeras bases.

Procedimientos

Cálculo de la velocidad del swing

La medición de la velocidad del swing se realizó en el propio terreno de juego. La acción la ejecutaron utilizando una pelota reglamentaria que estaba colocada en un batting-tee (soporte de bateo), cuya altura era ajustada a las características del bateador y a su preferencia. Al sujeto se le indicó ejecutar tres (3) repeticiones a la máxima velocidad, teniendo 20 segundos de descanso antes de tomar el próximo swing. Una vez realizadas las filmaciones estas fueron digitalizadas a través del programa para el análisis del movimiento humano HU-M-AN 5.0 (Human Motion Analyser / Analizador de Movimiento Humano). Para la determinación de la velocidad del swing se tomó el mejor impacto con la pelota de los tres (3) ejecutados por los atletas en el mismo día, determinándose desde el inicio del recorrido del bate hasta justo antes del impacto del bate con la pelota. El criterio para determinar el mejor impacto fue a través del análisis biomecánico

cualitativo, el cual lo realizaron tres (3) entrenadores de béisbol, quienes trabajaban con el seleccionado.

Cálculo de la fuerza explosiva

Previo a la evaluación de la fuerza rotacional secuencial, los sujetos fueron inducidos a realizar seis (6) sesiones de familiarización durante 2 semanas, siendo estos supervisados por el autor del presente trabajo y los entrenadores encargados del seleccionado. Para la evaluación de esta variable se empleó el protocolo descrito por (Szymanski, 2007, p. 897), el cual consiste en:

«Un balón medicinal de un (1) kg es usada en una prueba de lanzamiento a una distancia máxima para evaluar la fuerza rotacional secuencial de cadera-torso-brazo. Un (1) blanco cuadrado de 0,75 centímetros colgado, a través del cual se le solicitó al atleta lanzar la pelota medicinal, fue colocado a 3,0 metros en frente del participante a una altura de 0,75 centímetros»².

El test tiene una correlación estadísticamente significativa ($r: 0,96; p < 0,01$), en la prueba de test-retest. Se utilizó un balón medicinal de 1 kg, ya que la misma es aproximadamente el mismo peso del implemento del bate, tal como lo describe el protocolo.

Las mediciones de fuerza se tomaron inmediatamente después de las mediciones de la velocidad del swing. Los sujetos eran instruidos a completar cuatro (4) repeticiones de calentamiento con un balón medicinal del mismo peso que se utilizó en la prueba. Seguidamente se les informó de pararse detrás de una (1) línea blanca marcada en el suelo en su posición normal de bateo, sosteniendo el balón a la altura de sus hombros con las dos (2) manos. Se les pidió luego lanzar el balón (parecido a los movimientos normales de bateo) a una distancia máxima. La técnica de lanzamiento de los participantes la supervisaron los entrenadores presentes (ver Figura N° 1). La distancia se midió desde el frente de la línea



Figura N° 1. Lanzamiento del balón medicinal.

blanca hasta el borde más cercano dejado por la huella del balón.

Cálculo del Índice Z modelo Phantom escalable

Se tomaron las siguientes medidas: estatura, longitud acromial-radial, longitud radial-esiloideal, longitud midstylium-dactylium, anchuras biacromial y biiliocrestal. El protocolo utilizado para las mediciones obedece a los estándares establecidos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK, 2001). Se contó con un error técnico de medida dentro de los márgenes aceptados en la bibliografía de referencia. Las mediciones fueron ejecutadas por el autor del presente trabajo.

Para el cálculo del modelo Phantom escalable se tomaron como referencia un total de 44 sujetos. Una vez realizadas las respectivas mediciones antropométricas se procedió al cálculo del índice Z del modelo escalable, propuesto por la Dra. Dolores Cabañas y col. (2009, p. 8). Dichas mediciones son la longitud acromial-dactilyon, anchura biacromial y anchura biiliocrestal. Cálculo del índice Z del modelo escalable:

$$Z_{i;M}(\text{Variable}) = \frac{\text{Variable}(i) \cdot \left(\frac{\text{Estatura}(M)}{\text{Estatura}(i)} \right)^{\text{dimensión}} - \text{Variable}(M)}{S_{\text{Variable}}(M)}$$

Siendo Z: índice de proporcionalidad de la variable estudiada, *i*: individuo sobre el que se toma la medida, *Variable*: variable de estudio, *Ph*: valores de la tabla del modelo «Phantom», *s*: desviación estándar y *dimensión*: dimensiones de la magnitud en la que se mide la variable (1 para medidas lineales *L*, 2 para medidas de superficie *L*², 3 para medidas de masa *L*³).

Análisis estadístico

Primeramente, se realizó un análisis exploratorio a los datos, empleándose la prueba de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la normalidad de los mismos. El segundo análisis llevado a cabo es el descriptivo, calculándose medias, valores máximos y mínimos, desviación típica,

coeficientes de variación, en todas las variables de estudio. Asimismo, se realizó un análisis de correlación, el cual permitió verificar la relación entre las variables de la investigación (índices Z escalables de la anchura biacromial, biileocrestal, la longitud acromial-dactylion y la fuerza explosiva con la velocidad del swing), empleándose el coeficiente de correlación de Pearson (r). A partir de cada correlación entre las variables, se obtuvo la varianza explicada (r^2), entre los índices Z escalables de la anchura biacromial, biileocrestal, la longitud acromial-dactylion y la fuerza explosiva, con la velocidad del swing, que indicó el porcentaje de relación compartida en escala de 0 - 100%, que existe entre las variables con la velocidad del swing. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS - Statistical Package for the Social Sciences) versión 17.0 para Windows. Todos los análisis estadísticos se han realizado con un nivel de significación estadística de $p < 0,05$; para garantizar una confianza del 95% en la aseveración de cada conclusión.

RESULTADOS

Previo a la presentación y tratamiento de los resultados de la investigación, se procedió al análisis exploratorio de los datos utilizando la prueba Z de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la distribución de normalidad en dichas variables. Todas las variables se comportan aproximadamente normal, dado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el comportamiento de los datos empíricos y el modelo de distribución norma (ver cuadro N° 3, K-S test).

Asimismo, se muestran los estadísticos descriptivos respectivos a las variables de la velocidad del swing, la fuerza explosiva y los índices Z de las anchuras y las longitudes. Adicionalmente, se tiene la velocidad promedio del swing (23,95 mts/seg) y la fuerza explosiva (7,81 mts), los cuales presentan valores menores a los del estudio presentado por Szymanski y

cols. (2007; 2006), quienes reportaron 30,2 mts/seg y 9,6 mts en ambas variables respectivamente. De igual forma, son presentados los estadísticos descriptivos de los índices Z. En los tres (3) índices Z los atletas son proporcionalmente mayores al modelo, estando todos entre 0,5 y 1,5 de desviación, siendo la que presenta mayor desviación el índice Z biileocrestal y el de menor desviación la longitud acromial-dactylion, tal cual se puede apreciar en el gráfico N° 1.

Cuadro N° 3.

Estadísticos descriptivos de los 24 atletas en estudio.

	N	Media	DT	Mín	Máx	K-S test
VSw (mts/seg)	24	23,95	4,25	14,57	30,51	0,79
FE (mts y cms)	24	7,81	0,75	6,30	9,20	0,99
ÍZB	24	0,22	1,13	-2,84	2,98	0,75
ÍZBicr.	24	0,14	1,17	-1,79	3,77	0,74
ÍZA-D	24	0,29	0,55	-0,62	1,64	0,99
Estatura	24	172,72	4,56	164,50	181,00	0,57
L. Acromial-Radial	24	32,38	1,40	29,10	36,00	0,46
L. Radial-Esiloideal	24	27,29	1,10	25,30	29,50	0,77
L. Midstyliion-Dactylion	24	19,74	0,80	18,50	21,60	0,50
L. Acromial-Dactylion	24	79,42	2,55	75,10	85,90	0,44
Anchura Biacromial	24	40,26	1,78	34,20	43,50	0,31
Anchura Biileocrestal	24	26,23	2,62	22,70	34,00	0,72

VSw: Velocidad del swing; FR: Fuerza explosiva; ÍZB: Índice Z Biacromial; ÍZBicr: Índice Z Biileocrestal; ÍZA-D: Índice Z Acromial-Dactylion. DT: Desviación típica; MIN: Mínimo; MÁX: Máximo; CV: Coeficiente de Variación.

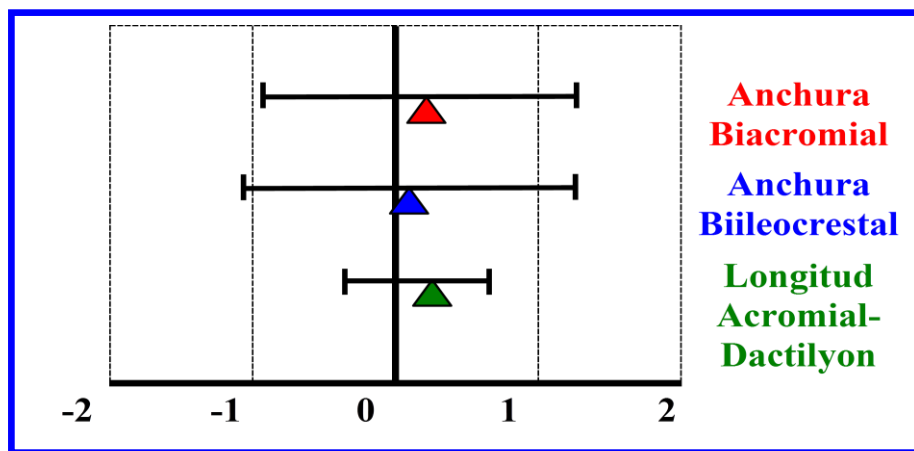


Gráfico N° 1. Índices Z en los 24 atletas en estudio con respecto a los 44 sujetos del modelo.

Por otra parte, en el cuadro N° 4, se presentan los estadísticos descriptivos, en donde se puede constatar que tanto en la variable velocidad del swing y la fuerza explosiva, todas las posiciones presentan valores inferiores a los estudios presentados por Szymanski y cols. (2007; 2006). Asimismo, se tienen los valores de significancia del Anova Factorial Simple por posición de juego, siendo la significación de los valores $F \text{ Sig.} > 0,05$, por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyéndose que existen suficientes evidencias estadísticas para afirmar que los valores de los promedios en los grupos, por posiciones de juego, en todas las variables, no presentan diferencias significativas entre sí, corroborándose también para los índices z de las variables antropométricas en el gráfico N° 2, lo cual permite concluir en que las varianzas entre los grupos son homogéneas, al ser analizado por posición de juego.

Cuadro N° 4.

Estadísticos descriptivos de los 24 atletas en estudio por posición de juego.

	Infielders	Outfielders	Receptores	Primera Base	Anova F. Sig.
VSw (mts/seg)	24,51±3,22	24,31±4,13	23,28±4,46	22,37±7,97	P>0,05
FE (mts y cms)	7,84±0,68	7,69±0,53	6,69±0,94	7,22±1,00	P>0,05
ÍZB	-0,24±1,36	-0,13±0,65	0,43±1,38	0,46±0,11	P>0,05
ÍZBicr.	-0,23±0,37	-0,34±0,85	0,89±1,78	0,57±1,19	P>0,05
ÍZA-D	0,05±0,39	-0,15±0,80	-0,05±0,31	0,48±1,38	P>0,05
Estatura	169,6±2,8	175,5±3,50	171,5±6,60	172,1±3,80	P>0,05
L. Acromial-Radial	31,91±0,88	32,73±1,46	31,90±2,21	33,00±1,00	P>0,05
L. Radial-Esiloideal	26,85±1,10	27,47±1,10	27,10±0,29	28,00±1,80	P>0,05
L. Midstyliion-Dactylion	19,35±0,40	20,13±0,95	19,72±0,46	19,36±1,03	P>0,05
L. Acromial-Dactylion	78,12±1,17	80,33±2,84	78,72±2,84	80,36±3,18	P>0,05
Anchura Biacromial	39,12±2,53	40,66±0,87	40,75±2,06	40,96±1,05	P>0,05
Anchura Biileocrestal	25,15±1,11	25,73±2,16	28,30±4,10	27,66±3,51	P>0,05

VSw: Velocidad del swing; FR: Fuerza explosiva; ÍZB: Índice Z Biacromial; ÍZBicr: Índice Z Biileocrestal; ÍZA-D: Índice Z Acromial-Dactylion.

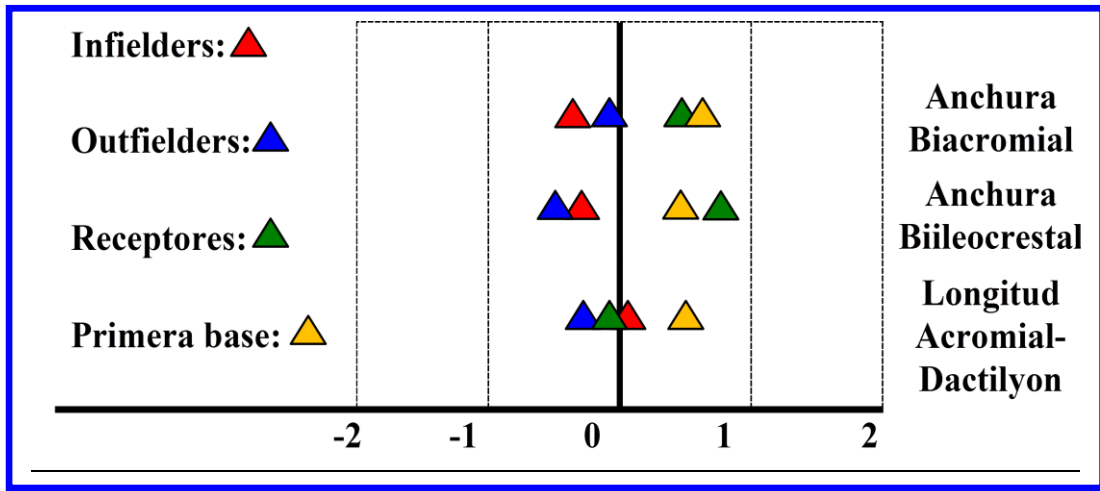


Gráfico N° 2. Índices Z en los 24 atletas en estudio por posición de juego con respecto a los 44 suietos del modelo.

Con los datos obtenidos, se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson poniéndose de relieve los resultados que se presentan en el cuadro N° 5. Como se puede observar en dicho cuadro, se dio una sola correlación significativa de las variables en estudio, siendo esta significancia negativa entre la velocidad del swing y el índice Z de la longitud acromial-dactylion (**r: -0,465; p < 0,05**); considerándose esta correlación como moderada, de acuerdo a la escala de valoración de la magnitud del mismo, según Ruiz (2002).

Por su parte, si se controlan los efectos de la fuerza explosiva, más bien disminuye un poco la relación velocidad del swing con el índice Z de la longitud acromial-dactylion pasa a ser -0,45 (ver cuadro N° 6) y los otros dos índices de proporcionalidad corporal no aumentan su contribución a la explicación de la velocidad del swing, que por demás es muy baja (r: 0,07 en biacromial y -0,14 en biileocrestal). De estos datos se desprende que debido a la correlación significativa (p < 0,05), presentada entre la velocidad del swing y el índice Z de la longitud acromial-dactylion, se puede afirmar que existe relación estadísticamente significativa entre ambas variables, en la población de la que proviene la muestra analizada.

Cuadro N° 5.

Correlaciones bivariadas producto-momento de Pearson en los 24 atletas en estudio.

		VSw	FE	ÍZB	ÍZBicr.	ÍZA-D.
VSw (mts/seg)	Correl. de Pearson	1	0,131	0,074	-0,144	-0,465*
	Sig. (bilateral)	.	0,541	0,731	0,501	0,022
FE (mts y cms)	Correl. de Pearson		1	0,045	-0,061	-0,196
	Sig. (bilateral)		.	0,833	0,777	0,359
ÍZB	Correl. de Pearson			1	0,608**	0,223
	Sig. (bilateral)			.	0,002	0,296
ÍZBicr.	Correl. de Pearson				1	0,136
	Sig. (bilateral)				.	0,526
ÍZA-D.	Correl. de Pearson					1
	Sig. (bilateral)					.

VSw: Velocidad del swing; FE: Fuerza explosiva; ÍZB: Índice Z Biacromial; ÍZBicr: Índice Z Biileocrestal; ÍZA-D: Índice Z Acromial-Dactilion. * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Cuadro N° 6.

Correlaciones parciales (controlando la fuerza explosiva).

Variables de Control			VSw	ÍZB	ÍZBicr.	ÍZA-D.
FE (mts y cms)	VSw (mts/seg)	Correlación	1,000	0,069	-0,138	-0,452*
		Significación	.	0,756	0,531	0,031
		Gl		21	21	21
	ÍZB	Correlación		1,000	0,612	0,236
		Significación		.	0,002	0,278
		Gl			21	21
	ÍZBicr.	Correlación			1,000	0,127
		Significación			.	0,564
		Gl				21
	ÍZA-D.	Correlación				1,000
		Significación				.
		Gl				

Esto quiere decir que a mayor índice Z acromial-dactylion tiende a ser menor la velocidad del swing. Las otras dos (2) variables que presentan jerárquicamente relación con la velocidad del swing, vienen a ser el Índice Z biileocrestal ($r: -0,144$) y la fuerza de rotación ($r: 0,13$), siendo sus valores de correlación muy bajos y no significativos, presentándose de igual manera por posición de juego (ver cuadros N° 7 y N° 8), donde ninguna de las variables presentan relación con la velocidad del swing.

Cuadro N° 7.

Correlaciones bivariadas producto-momento de Pearson en los 24 atletas en estudio, por posición de juego (primera base e infielders).

INFIELDERS						
		VSw	FE	ÍZB	ÍZBicr.	ÍZA-D.
VSw (mts/seg)	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)	1 .	-0,431 0,334	-,130 0,782	-0,466 0,292	0,075 0,873
FE (mts y cms)	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)		1 .	0,476 0,280	0,650 0,114	-0,149 0,750
ÍZB	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)			1 .	0,459 0,301	0,584 0,168
ÍZBicr.	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)				1 .	0,204 0,660
ÍZA-D.	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)					1 .
OUTFIELDERS						
VSw (mts/seg)	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)	1 .	0,578 0,080	0,303 0,395	-0,181 0,618	-0,346 0,327
FE (mts y cms)	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)		1 .	-0,149 0,681	-0,128 0,725	-0,627 0,053
ÍZB	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)			1 .	0,550 0,099	0,020 0,957
ÍZBicr.	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)				1 .	-0,309 0,0386
ÍZA-D.	Correl. de Pearson Sig. (bilateral)					1 .

Cuadro N° 8.

Correlaciones bivariadas producto-momento de Pearson en los 24 atletas en estudio, por posición de juego (outfielders y receptores).

		RECEPTORES				
		VSw	FE	ÍZB	ÍZBicr.	ÍZA-D.
VSw (mts/seg)	Correl. de Pearson	1	0,253	0,355	0,471	0,381
	Sig. (bilateral)	.	0,747	0,645	0,529	0,619
FE (mts y cms)	Correl. de Pearson		1	0,976*	0,971*	0,932
	Sig. (bilateral)		.	0,024	0,029	0,068
ÍZB	Correl. de Pearson			1	0,984*	0,988*
	Sig. (bilateral)			.	0,016	0,012
ÍZBicr.	Correl. de Pearson				1	0,958*
	Sig. (bilateral)				.	0,042
ÍZA-D.	Correl. de Pearson					1
	Sig. (bilateral)					.
		PRIMERA BASE				
		VSw	FE	ÍZB	ÍZBicr.	ÍZA-D.
VSw (mts/seg)	Correl. de Pearson	1	0,447	0,951	-0,512	-0,994
	Sig. (bilateral)	.	0,705	0,201	0,658	0,067
FE (mts y cms)	Correl. de Pearson		1	0,148	-0,997*	-0,351
	Sig. (bilateral)		.	0,906	0,047	0,772
ÍZB	Correl. de Pearson			1	-0,220	-0,978
	Sig. (bilateral)			.	0,859	0,134
ÍZBicr.	Correl. de Pearson				1	0,419
	Sig. (bilateral)				.	0,725
ÍZA-D.	Correl. de Pearson					1
	Sig. (bilateral)					.

VSw: Velocidad del swing; FE: Fuerza explosiva; ÍZB: Índice Z Biacromial; ÍZBicr: Índice Z Biileocrestal; ÍZA-D: Índice Z Acromial-Dactilion. * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Por lo tanto, se presenta en el gráfico N° 3 la recta de regresión lineal entre las dos (2) variables. Se puede apreciar en la ecuación que la velocidad del swing y el índice Z de la longitud acromial-dactyilion se comportan positiva y negativamente. Es decir, incrementando 3,54 mts/seg la velocidad del swing por el valor del índice Z: -1 y disminuyendo 3,54 mts/seg la velocidad del

swing por el incremento del valor del índice Z: +1. Igualmente, se tiene que 24,98 mts/seg es la velocidad del swing cuando el índice Z de la longitud acromial-dactylion sea cero. El error típico es de exceso o defecto de $\pm 3,85298$ sobre el valor estimado de la velocidad del swing, con una relación de 22%.

Por otra parte, todo análisis de regresión lineal debe concluir con la evaluación de la normalidad en los residuos, cumpliendo con otro de los criterios para básicos para la aplicación correcta de la regresión lineal.

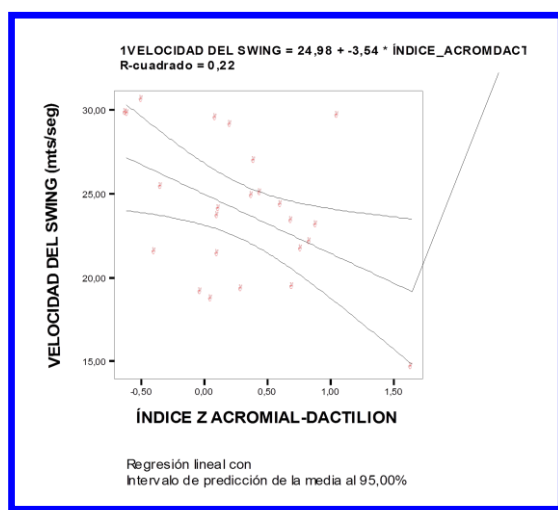


Gráfico N° 3. Diagrama de dispersión con la recta ajustada del modelo de regresión lineal simple de las variables velocidad del swing y el índice z de la longitud acromial-dactylion.

DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio fue determinar la relación de la proporcionalidad corporal y la fuerza explosiva con la velocidad del swing en los bateadores integrantes de la selección juvenil de béisbol del Estado Barinas. Como objetivo secundario, era describir la proporcionalidad corporal de los bateadores y evaluar la fuerza explosiva y la velocidad del swing en dichos bateadores, pertenecientes a la selección juvenil de béisbol del Estado Barinas.

Dentro de este marco de objetivos, y tal como fue mostrado en la sección de resultados, que en los tres (3) índices z los atletas son proporcionalmente mayores al modelo, estando todos entre 0,5 y 1,5 de desviación, siendo la que presenta mayor desviación el índice z biileocrestal y el de menor desviación la longitud acromial-dactylion. Asimismo, debe señalarse que el promedio de la fuerza explosiva en los bateadores pertenecientes a la selección juvenil del Estado Barinas es de 7,81 metros; los cuales son menores a los del estudio presentado por Szymanski y cols. (2007), quienes reportaron resultados de 9,6 metros en dicha variable, con sujetos jugadores de bachillerato con una edad entre 14 y 18 años.

De este planteamiento, se tiene que existen evidencias estadísticas para afirmar que el promedio de la fuerza explosiva de la muestra tiene diferencias significativas con el promedio obtenido por los jugadores de bachillerato ($p < 0,05$). Conviene destacar, que una de las razones a dicha diferencia podría ser explicada en el sentido de la mayor familiarización de los jugadores de bachillerato con la ejecución del protocolo de la prueba, quienes tuvieron 12 sesiones para ello, por sobre las 6 de la muestra del presente estudio.

Por otra parte, los resultados que emergen de esta investigación evidencian una sola correlación significativa de las variables en estudio, siendo esta significancia negativa entre la velocidad del swing y el índice z de la longitud acromial-dactylion (**r: -0,465; r²: 0,22; p < 0,05**); siendo esta correlación como moderada, de acuerdo a la escala de valoración de la magnitud del mismo, según Ruiz (2002). Como puede observarse, la velocidad del swing está siendo explicada por la longitud acromial-dactylion en un 22%, si bien puede considerarse como una relación moderada es de considerar la importancia que la misma presenta.

Considerando lo antes planteado, al valorar los diversos factores que pudieran influir en la velocidad del swing como lo son velocidad del lanzamiento, tipo de lanzamiento, ubicación del

lanzamiento, situación de juego, acción táctica planteada por el equipo, entre otros; por consiguiente es importante analizar la variable antropométrica que tuvo la mayor incidencia sobre la velocidad del swing. A lo que Balbuena y Padilla (2007), agregan que “la acción de choque que se produce durante el bateo en el béisbol, condiciona la transmisión de una determinada velocidad a la trayectoria y dirección de la pelota; pero en el sentido de representar el medio para la solución de un problema táctico, como particularidad distintiva del modelo técnico” (p. 121).

Estos resultados pueden estar explicados, en parte, desde el principio biomecánico de conservación de la cantidad de movimiento angular. Sobre este particular, Izquierdo (2008), señala que “en los movimientos de lanzamiento y golpeo se pretende reducir la inercia, resistencia de los cuerpos a modificar el estado de reposo o movimiento en el que se encuentren, con el objetivo de aumentar la aceleración del movimiento. Cuanto mayor inercia de rotación haya, menor será la aceleración angular para un determinado momento de fuerza muscular” (p. 124). Por consiguiente, si se quiere incrementar la velocidad angular de un determinado cuerpo se recomienda que se aproximen los segmentos al eje de giro y alejarlos cuando se quiera disminuir la velocidad.

Por lo tanto, se tiene que el bateador, en la acción de batear, debe mantener los brazos y el bate cerca del cuerpo o eje de rotación y permitir con esto la disminución del radio de giro, produciéndose una disminución del momento de inercia y en consecuencia se deberá aumentar la velocidad angular, es decir, cuanto mayor sea la cantidad de movimiento angular que posee el cuerpo, mayor será su capacidad para rotar. Al respecto, Zhou (2008), quien investigó y confeccionó un nuevo mecanismo de bateo para su enseñanza en atletas de la República Popular de China, en el cual determinó que cuando más recta es la extensión de los brazos, más baja es la velocidad del bate; y recomienda que la mayor velocidad del extremo del bate puede ser obtenida

cuando la articulación del codo derecho forma un ángulo que este entre 100° y 110° , es decir, que la velocidad del bate será mejor cuando el codo derecho permanece en una posición cómoda.

En ese mismo sentido, Takagi y cols. (2008), investigadores pertenecientes al Instituto de Ciencias de la Salud y del Deporte en la Universidad de Tsukuba-Japón, realizaron un estudio de corte transversal cuyo objetivo principal era analizar la cinemática de los miembros superiores para golpear la pelota con precisión bajo condiciones a diferentes velocidades de la pelota en 29 jugadores universitarios de béisbol, quienes se ofrecieron voluntariamente para el estudio. Las conclusiones que arrojaron fue que a pesar de que no hubo diferencias en las velocidades angulares, en ambos brazos, las del brazo de fuerza (brazo de atrás) fueron menores, en las velocidades del lanzamiento rápido, que las de otras condiciones. La velocidad angular máxima del brazo de fuerza disminuyó a medida que la velocidad de la pelota se incrementaba.

Sobre la base de estos hallazgos, es importante destacar cómo el bate y los brazos se mantienen cerca del cuerpo en la medida que tienen su recorrido en los movimientos de arranque y de impulso, y se alejan en los movimientos de la fase principal, buscando con esto aumentar su radio de giro para que la velocidad tangencial sea la máxima posible, implicando mayor fuerza distal al bate en la acción de choque con la pelota. Al respecto, Balbuena y Padilla (2007), señalan que “los cuerpos que se encuentran en estos puntos (distales), durante el choque mecánico, la velocidad del cuerpo (de la pelota) después del choque será tanto mayor cuanto mayor sea la velocidad del miembro que golpea inmediatamente antes de la colisión” (p. 32).

Fornabay (2003), agrega además lo siguiente “ya que la acción anterior ha aumentado considerablemente la velocidad angular (velocidad de giro) para contrarrestar el efecto negativo que tiene sobre la rotación aumentar el radio, es el instante ideal para conectar la bola ya que no sólo trae la mayor velocidad tangencial, sino también el mayor impulso por haber transcurrido

más tiempo de aplicación de la fuerza en la acción, logrando así mayor cantidad de movimiento y por ende mayor profundidad en la trayectoria hacia la banda de Home Run” (p. 3). Por lo antes expuesto, es importante destacar que toda la dinámica anteriormente planteada será cumplida si se toma en consideración que el bateo es un movimiento donde actúa el cuerpo de manera completa, es decir, la gran cantidad de poder viene generada de la sumatoria y continuidad de un gran esfuerzo de los torques, que son originados en las extremidades inferiores, el cual a su vez es transmitido al tronco y este a las extremidades superiores.

Es por ello, que el movimiento de la acción de batear debe comenzar desde el suelo, ya que es en esta parte donde se ejerce la acción para obtener reacción, y poder transferir la energía desde abajo hacia arriba de forma coordinada, vista la acción como una cadena cinemática expresada en el menor tiempo posible. En relación a esto último, dichos planteamientos pueden ser explicados a través del principio de acción-reacción o el 3º principio de la dinámica, en donde los pies, a través de la presión que ejercen contra el suelo, deben proporcionar la fuerza necesaria para que la misma pueda ser transmitida al choque de la pelota con el bate de forma escalonada.

Sobre este particular, Yanay (2007), de la Universidad de Chukyo, Toyota-Japón, investigó las causas mecánicas de la rotación del cuerpo sobre el eje vertical en la acción de batear en el béisbol, los resultados de su trabajo indican que la rotación del cuerpo durante la acción de batear en el béisbol es generado primordialmente por el aumento de la reacción de las fuerzas sobre el suelo actuando sobre las piernas alrededor del centro de masa. Además menciona que la reacción de fuerza de la tierra se genera por la pierna de al frente empujando la tierra o el suelo hacia la base del home. Este resultado indica que la pierna del frente actúa como la principal fuente de la rotación del cuerpo para el swing en el bateo.

De la misma manera, Adair (2002), señala que “la energía considerable de casi 0,6 caballos de fuerza por segundos, esa energía es generada en su mayor parte por los grandes músculos de los muslos y el torso. Los brazos y las manos sirven principalmente para transferir la energía del movimiento transversal y de rotación del cuerpo hacia el bate” (p. 22).

Por otra parte, para que la acción de transmisión de impulsos coordinados hacia el extremo distal del bate (la punta del mismo), la secuencia debe cumplir el principio biomecánico de rotación secuencial de los grupos musculares o principio biomecánico de cadena cinética, el cual expresa que “la producción de una gran velocidad en un extremo distal, implica el uso de las aceleraciones y deceleraciones de los segmentos adyacentes, aplicados de una forma secuencial, de más masivo a más concreto y del segmento más fijo al más libre” (Kreighbaum y Barthels, 1981). En este caso, la secuencia de acciones debería producirse, manifestando aceleraciones en primer orden los miembros inferiores, seguido del tronco, luego los miembros superiores y por último el extremo distal del bate.

Tales consideraciones, son apoyadas por los estudios de biomecánica (Welch y cols. 1995), cinematografía (Race, 1961) y electromiografía (Shaffer y cols. 1993); quienes han reflejado que el bateo es una secuencia de acciones musculares interconectadas por tres (3) segmentos corporales, como lo son las caderas, tronco y los brazos, conocida esta secuencia como cadena cinética.

A manera de resumen final, existe el criterio de que hay una importante relación entre la velocidad del bate y el éxito que se pueda alcanzar al momento del bateo. Es decir, los swings más rápidos le permiten al bateador un mayor tiempo para ver correctamente el lanzamiento antes de iniciar el swing.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada sobre la relación de la proporcionalidad corporal y la fuerza explosiva con la velocidad del swing en los integrantes de la selección juvenil de béisbol del Estado Barinas, así como del análisis descriptivo y correlacional, se puede concluir que de los dos (2) grupos de variables a ser relacionadas con la velocidad del swing, la que presentó una correlación significativa con la velocidad del swing es el índice z de la longitud acromial-dactylion, siendo esta relación negativa y considerándose como moderada. Es decir, que a mayor índice Z acromial-dactylion tiende a ser menor la velocidad del swing. Asimismo, al controlar los efectos de la fuerza explosiva, más bien disminuye un poco la relación velocidad del swing con el índice Z de la longitud acromial-dactylion.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Se sugiere a las escuelas de talentos deportivos del país, que incluyan en el proceso de selección de talentos deportivos en la disciplina de béisbol, la variable antropométrica índice Z de la longitud acromial-dactylion obtenida en este estudio como predictora de la velocidad del swing en jóvenes beisbolistas. Asimismo, desarrollar un programa de entrenamiento que le permita a los bateadores incrementar la velocidad del swing.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adair, R. (2002). *La Física del Béisbol* (O. Rojas, Trad.). Yaracuy, Venezuela: UNEY. (Trabajo original publicado en 2002).
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (5ª ed.)*. Caracas: Episteme.
- Appelboom, T. (1988). *Sport and medicine in ancient greece*. Brasil: Am. J. Spo. Med.
- Aroca, Y. (2000). *Metodística aplicada. Componentes principales del trabajo de campo*. Colombia: Gráficas del Comercio.
- Balbuena, F. y Padilla, O. (2007). *Tendencias actuales del entrenamiento en el béisbol*. Cuba: Editorial Deportes.

- Berral de la Rosa, F. y Rodríguez, C. (2002). *O estudo das características físicas do homem por meio da proporcionalidade*. [Revista en Línea], Disponible en <http://www.rbcdh.ufsc.br>. Consultado el 20 de agosto de 2008.
- Cabañas, D. y otros. (2008). *Estudio de dos propuestas sobre el modelo «phantom» de proporcionalidad de Ross y Wilson*. [Revista en línea], Disponible en <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/>. Consultado el 20 de marzo de 2009.
- Cabañas, M. y Maestre, M. (2009). Conceptos básicos y generalidades. En M. Cabañas y F. Esparza (Ed.), *Compendio de cineantropometría* (pp. 13-31). España: CTO. Editorial.
- Del Olmo, J. (1990). *Los deportistas de alto rendimiento: Un enfoque antropológico*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Dugarte, M. (1996). *Análisis mecánico de los diferentes factores intervinientes en la ejecución del bateo*. Trabajo de Grado de Especialización. ULA – Mérida.
- Fornabay, F. (2003). *Análisis del movimiento en la acción de bateo*. [Revista en Línea], Disponible en <http://portal.inder.cu>. Consultado el 03 de abril de 2010.
- Herrero, L. Esparza, F. y Cabañas, M. (2009). Características cineantropométricas de los deportes olímpicos de verano. En M. Cabañas y F. Esparza (Ed.), *Compendio de cineantropometría* (pp. 281-348). España: CTO. Editorial.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid-España: Editorial Panamericana.
- Kreighbaum, E. y Barthels, K. (1981). *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement*. Minnesota-USA: Burgerss Publishing.
- Márquez, O. (2000). *El proyecto de investigación. Guía para la elaboración de proyectos en pre y post-grado*. Barinas – Venezuela: Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora.
- Michels, G. (2000). *Aspectos históricos da cineantropometria-do mundo antigo ao renascimento*. [Revista en Línea], Disponible en <http://www.rbcdh.ufsc.br>. Consultado el 20 de agosto de 2008.
- Ordaz, E. (2009). Tratamiento de la información en cineantropometría. En D. Cabañas y F. Esparza (Ed.), *Compendio de cineantropometría* (pp. 105-118). España: CTO. Editorial.
- Ortega de Mancera, A. (2004). Proporcionalidad. En B. Pérez y M. Landaeta (Ed.), *Perfil biológico y nutricional de los nadadores del estado Miranda* (pp. 141-167). Caracas – Venezuela: Ediciones del Vicerrectorado Académico-UCV.
- Ortega, E. Ortiz, I. y Artés, E. (2009). *Manual de estadística aplicada a las ciencias de la actividad física y el deporte*. Murcia – España: Diego Marín Librero - Editor.
- Padilla, J. (2008). *Incidencias del perfil de proporcionalidad sobre la velocidad del lanzamiento en los integrantes de la selección juvenil de béisbol del estado Barinas*. Trabajo de Grado de Especialización. Upel – IPB. Barquisimeto.
- Race, D. (1961). *A cinematographic and mechanical analysis of the external movements involved in hitting a baseball effectively*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 03 de abril de 2010.

- Rojas, F. (2008). Movimiento angular de los cuerpos: cinemática angular. En M. Izquierdo (Ed.), *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la actividad física y el deporte* (pp. 229-240). Madrid-España: Editorial Panamericana.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría. (2001). *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*. (M. Albarran y F. Holway, Trad.). Australia: Biblioteca Nacional. (Trabajo original publicado 2001).
- Shaffer, B. y otros. (1993). *Baseball batting: An electromyographic study*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 03 de abril de 2010.
- Szymanski, D. y otros. (2006). *Effect of wrist and forearm training on linear bat-end, center of percussion, and hand velocities and on time to ball contact of high school baseball players*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 15 de enero de 2009.
- Szymanski, D. y otros. (2007). *Effect of twelve weeks of medicine ball training on high school baseball players*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 15 de enero de 2009.
- Szymanski, D. y otros. (2007). *Effect of torso rotational strength on angular hip, angular shoulder, and linear bat velocities of high school baseball players*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 15 de noviembre de 2008.
- Takagi, T. y otros. (2008). *Upper limb kinematics of baseball batting to different ball speeds*. [Documento en línea], Disponible en <http://w4.ub.uni-kontanz.de/cpa/2008>. Consultado el 03 de marzo de 2009.
- Velho, N. y otros. (1993). *Antropometría: Uma revisao histórica do periodo antigo ao contemporâneo*. Brasil: Centro de educacao física e deportes.
- Welch, C. y otros. (1995). *Hitting a Baseball: A Biomechanical Description*. [Documento en línea], Disponible en <http://web.ebscohost.com>. Consultado el 03 de abril de 2010.
- Yanai, T. (2007). *A mechanical cause of body rotation about the vertical axis in baseball batting*. [Documento en línea], Disponible en <http://www.asbweb.org/conferences/2007/8.pdf>. Consultado el 27 de julio de 2008.
- Zhou, J. (2008). *Research on the batting mechanics of baseball*. [Documento en línea], Disponible en <http://w4.ub.uni-kontanz.de/2008>. Consultado el 01 de abril de 2010.