PubliCE, (PubliCE) 2004

Research

Comparación de la Capacidad de Salto entre varios Tipos de Atletas: Salto Vertical en Profundidad desde una Altura de 60cm

Iraklis Kollias[1], Vassilios Panoutsakopoulos[1] y Georgios Papaiakovou[1]

[1]*Biomechanics Laboratory, Department of Physical Education and Sport Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.*

RESUMEN

El rendimiento en el salto con caída (DJP) es de mucha importancia para el rendimiento deportivo tanto en deportes de equipo como en deportes individuales. El propósito del presente estudio fue comparar el DJP entre atletas de varios deportes. Ciento treinta y ocho atletas varones (edad: 22.3±3.6 años, talla: 1.87±0.08m; masa corporal: 81.8±10.8kg) de 6 diferentes deportes realizaron saltos en profundidad desde una altura de 60cm (DJ60) sobre una plataforma de fuerza. Los resultados revelaron que los jugadores de voleibol saltaban más alto ($p<0.001$) que los otros atletas. Sin embargo, los deportistas de atletismo produjeron el mayor pico de fuerza y la mayor producción de potencia utilizando una fase de despegue más corta ($p<0.001$). Una examinación posterior de los datos utilizando el análisis de los componentes principales (PCA) reveló que los atletas de deportes de equipo y los remeros de single scull realizaban el DJP utilizando parámetros de fuerza y de tiempo diferentes a los de los deportistas de atletismo. En conclusión, el DJP fue diferente entre los atletas de distintos deportes. Además, el PCA puede ser un método útil para evaluar las diferencias previamente mencionadas y para el monitoreo de los programas de entrenamiento con saltos con caída.

Palabras Clave: niños de escuela, actividad, grados, aprendizaje

INTRODUCCION

La eficiencia mecánica de las extremidades inferiores, y en particular, la capacidad de salto, son indicadores de un rendimiento deportivo óptimo en la mayoría de los deportes de equipo y de los deportes individuales. El entrenamiento pliométrico (21) es ampliamente utilizado con el propósito de mejorar la capacidad de salto, específicamente en deportes tales como el voleibol y el básquetbol (4, 9, 11, 13, 16). Sin embargo, el salto en profundidad es la mejor interpretación del término pliometría, debido a que el salto vertical y el salto en profundidad en particular, son comúnmente utilizados como formas del entrenamiento pliométrico (5).

Cuando se ejecuta un salto con caída, los atletas se dejan caer desde una superficie elevada y realizan un salto vertical máximo inmediatamente después de haber tocado el piso. Durante el salto con caída, la acumulación y utilización de la energía elástica de los músculos tiene un patrón característico. Durante la fase excéntrica (hacia abajo), la gravedad fuerza al cuerpo a moverse hacia abajo y se acumula energía en los componentes elásticos de los músculos estirados. Esta energía

almacenada es utilizada y se adiciona a la energía producida durante la fase concéntrica (hacia arriba), i.e., cuando el cuerpo se mueve hacia arriba (8).

Las diferencias individuales en los parámetros de aptitud física entre los atletas han sido atribuidas a la especificidad del entrenamiento a largo plazo (14). Además, la comparación del rendimiento en el salto con caída (DJP) entre atletas, utilizando la altura alcanzada en el salto normalizada por la carga de estiramiento como criterio, reveló que los jugadores de voleibol obtuvieron mayores valores que los saltadores, jugadores de fútbol y profesores de educación física (7).

Se ha hallado que la variabilidad en la valoración del rendimiento durante el salto es similar a la variabilidad reportada para otras mediciones utilizadas comúnmente en la valoración de la aptitud física (2). Se ha reportado que la producción de potencia constituye la principal variable que predice el rendimiento en el salto (1, 10, 12), pero no hay información disponible en la literatura con respecto a las variables que predicen el DPJ. Sin embargo, la utilización de un procedimiento estadístico llamado análisis de los componentes principales (PCA) ha sido sugerida como un método alternativo de utilidad para la valoración del rendimiento en el salto (15). Este tipo de análisis de factores fue realizado con el propósito de reducir el gran número de variables altamente interrelacionadas a un pequeño número de factores independientes. El PCA del rendimiento en el salto desde sentadilla reveló que los atletas de diferentes deportes utilizan los parámetros de fuerza con patrones diferentes (15). Desde esta perspectiva, con el propósito de establecer un mejor método para interpretar la capacidad del salto en profundidad es necesario el análisis del DPJ utilizando el PCA.

El propósito del presente estudio fue comparar la capacidad de salto en profundidad entre atletas varones de varios deportes. Se hipotetizó que los diferentes antecedentes de entrenamiento entre estos atletas resultarían en diferentes parámetros del DPJ. Además, mediante la utilización del PCA se intentó determinar si el DPJ era dependiente de la fuerza o del tiempo en cada grupo de atletas.

METODOS

Enfoque Experimental del Problema

Con el propósito de examinar el DJP entre hombres con diferentes antecedentes de entrenamiento, atletas de nivel nacional de una variedad de deportes de equipo y de deportes individuales realizaron saltos con caída desde una altura de 60cm (DJ60). También se realizaron saltos con contramovimiento (CMJ) con el propósito de producir valores iniciales con respecto a los parámetros básicos del salto vertical. Además de los análisis descriptivos, se realizó el PCA con el propósito de determinar si el DPJ de cada grupo de atletas era dependiente de la fuerza o del tiempo.

Sujetos

Ciento treinta y ocho atletas varones (edad media, 22.3 años; talla media, 1.87m; masa corporal media, 81.8kg), que competían en 6 deportes diferentes (ver Tabla 1), se ofrecieron voluntariamente para participar en el presente estudio, como parte de su programa básico de entrenamiento. Todos los atletas fueron regularmente evaluados en nuestro laboratorio y se familiarizaron con los procedimientos de evaluación.

De estos atletas, 18 eran jugadores profesionales de fútbol (grupo SO), miembros del equipo nacional de elite; 29 eran jugadores de handbol (grupo HA), miembros del equipo nacional junior; 23 eran jugadores profesionales de voleibol (VO), que participaban en la liga nacional de equipos; 20 eran jugadores de básquetbol (BA), que también participaban en la liga nacional de equipos; 37 eran atletas (TF), miembros del equipo nacional, y 10 eran remeros de single scull (RO), que competían para los equipos nacionales mayores y junior. Todos los atletas estaban en buenas condiciones físicas, sin lesiones o incapacidades aparentes o reportadas, y tenían registros de sus programas de entrenamiento.

Todos los participantes fueron informados de los riesgos del estudio y firmaron un documento de consentimiento de acuerdo al Código de Ética de Investigación de la Universidad Aristóteles de Thessaloniki (capítulos 1§1, 2§1, 3§1–2, 5, 12§8)

Grupo	n	Edad (años) media ± DE	Talla (m) media ± DE	Masa Corporal (kg) media ± DE
Atletismo (TF)	37	21.4±3.4 * †	1.82±0.07 ‡ §	73.4±5.8 † ‡ §
Fútbol (SO)	18	24.8±4.2	1.83±0.06 ‡ §	79.1±7.1 §
Voleibol (VO)	24	24.5±4.2	1.91±0.04	86.5±7.1
Handbol (HA)	29	20.0±1.2 * †	1.87±0.08	83.6±10.0
Básquetbol (BA)	20	22.8±3.7	1.94±0.10	92.2±13.2
Remeros (RO)	10	21.3±2.8	1.84±0.05 §	80.3±11.0 §

Tabla 1. *Características antropométricas de los sujetos. * p<0.05, en comparación con SO, † p<0.05 en comparación con VO, ‡ p<0.05 en comparación con HA, § p<0.05 en comparación con BA.*

Procedimientos

Todos los sujetos fueron evaluados en nuestro laboratorio bajo las mismas condiciones de tiempo y temperatura. La entrada en calor consistió de 10min de ciclismo en un cicloergómetro Monark 817E a una velocidad de 5.5m/s con una carga de 0W, seguido de un programa de estiramientos de 10 minutos.

La entrada en calor fue seguida de la ejecución de 3 saltos con contramovimiento en la plataforma de fuerza. Durante los saltos, los brazos se mantuvieron al costado del tronco. Luego de esto, se les instruyó a los sujetos acerca de la realización de los DJ60: dejarse caer y no saltar desde la plataforma elevada, mantener los brazos al costado del tronco durante la ejecución, y "saltar los más alto y los más rápido que puedas". Cada sujeto realizó 3 DJ60, los saltos fueron realizados con los sujetos descalzos, con un intervalo mínimo de 60 segundos para evitar la fatiga. La plataforma elevada fue ajustada de manera que el lugar de contacto fuera en el centro de la plataforma. Esto contribuyó a una ejecución más segura del DJ60 y también proveyó de una evaluación más precisa de los parámetros del DJP.

Registro y Análisis de los Datos

Los datos acerca de la fuerza de reacción contra el piso tanto para el CMJ como para el DJ60 fueron registrados a 500Hz en una plataforma de fuerza AMTI OR6-5-1 (ATMI, Newton, MA) y guardados en una computadora personal 486DX. La señal fue suavizada digitalmente utilizando un filtro Butterworth de segundo orden de paso bajo, con una frecuencia de corte de 8Hz.

Los análisis de los datos fueron realizados utilizando la velocidad del centro de masa (BCM) en el instante de contacto inicial con el piso (3). La definición de las fases descendentes y ascendentes fue realizada utilizando el método descripto por Voigt et. al. (20).

Para los análisis posteriores se eligió el mejor intento (criterio: altura de salto). Los datos fueron utilizados para calcular los parámetros de fuerza, tales como el pico de producción de fuerza normalizado por el peso corporal (F_{MAX}) y el pico de producción de potencia normalizado por el peso corporal (P_{MAX}). La tasa de desarrollo de la fuerza durante la fase ascendente (RFD_D), la duración del contacto con el piso (Tc) y el tiempo para alcanzar el pico de fuerza, expresado como porcentaje del Tc (% TF_{MAX}), fueron definidos como los parámetros de tiempo. El desplazamiento vertical del BCM durante las fases descendentes y ascendentes (SD y SU, respectivamente), la tasa de desarrollo de la fuerza durante la fase descendente (RFD_U) y el pico de trabajo normalizado por el peso corporal (W_{MAX}) fueron también calculados. Los índices cuantitativos fueron calculados de la siguiente forma: (a) duración de la fase ascendente, expresado como porcentaje del Tc (% T_{IMP}), y (b) índice de potencia pico durante las fases ascendentes y descendentes (P_{INDEX})

Análisis Estadísticos

Para identificar diferencias en los parámetros del DJ60, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, en los datos de los 138 atletas; se realizaron análisis post hoc con el test de Scheffe para indicar diferencias entre los grupos. Para comparar los parámetros del CMJ y del DJ60 se utilizó la prueba t para datos apareados. Además, se llevó a cabo el PCA con una rotación Varimax con el propósito de examinar una posible tendencia hacia una dependencia temporal o del pico de fuerza entre los grupos de atletas cuando ejecutaban el DJ60.

Todos los procedimientos estadísticos fueron realizados utilizando el programa Statistical Package for Social Sciences 10.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). Se utilizó el nivel alfa de 0.05.

RESULTADOS

El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($p<0.001$) con respecto a la edad, talla y masa corporal entre los atletas examinados (Tabla 1). Los sujetos de los grupos TF y HA eran significativamente mas jóvenes que los de los grupos SO y VO. Con respecto a la talla, los sujetos de los grupos VO y BA eran significativamente más altos que los de los grupos TF y SO, y los del grupo RO eran significativamente más bajos que los del grupo BA. Por último los sujetos del grupo TF tenían una masa corporal significativamente mayor que los del grupo VO, HA y BA, mientras que los del grupo BA tenían una masa corporal significativamente mayor que los de los grupos SO y RO.

El coeficiente de variabilidad para el CMJ fue 1.82%, y el coeficiente de variabilidad para el DJ 60 fue 2.8%. Los valores medios y los desvíos estándar de los parámetros examinados son propuestos en la Tabla 2. Para el CMJ, se detectaron diferencias significativas ($p<0.001$) entre los grupos en la H, F_{MAX} y P_{MAX}: los sujetos del grupo TF saltaron más alto y produjeron mayores F_{MAX} y P_{MAX} que los otros atletas. Estos parámetros fueron significativamente diferentes ($p<0.01$) en comparación con los parámetros del DJ60.

Parámetro	TF	SO	VO	HA	BA	RO
H_{CMJ} (m)	0.364±0.047	0.301±0.027‡II	0.350±0.049	0.286±0.043 ‡ II	0.300±0.045 ‡ II	0.306±0.057 ‡
H (m)	0.246±0.045 †	0.221±0.039†II	0.277±0.101 †	0.174±0.043 †‡ II	0.197±0.045 ‡ II	0.179±0.055 †II
Tc (mseg)	339.4±66.4	525.4±120.3 ‡	457.4±109.8 ‡	515.3±87.4 ‡	510±118.2 ‡	449.7±109.8
$\%T_{IMP}$ (S)	44.4±3.2 II ¶#**	47.5±3.9	49.7±4.6	49.5±2.4	49.0±3.6	52.2±3.8
$\%TF_{MAX}$ (%)	29.0±10.1	17.3±11.7 ‡	22.9±12.8	19.5±11.6	20.0±12.4	15.0±6.6 ‡
F_{MAXCMJ} ($N{\cdot}kg^{-1}$)	2.79±0.27	2.56±0.23	2.52±0.31 ‡	2.30±0.20 ‡	2.50±0.24 ‡	2.31±0.20 ‡
F_{MAX} ($N{\cdot}kg_{-1}$)	4.95±1.36 †	3.50±0.75 ‡	3.63±0.77 †‡	3.48±0.63 †‡	3.45±0.70 †‡	4.22±1.83 †
RFD_U ($kN.s^{-1}$)	83.8±29.6	66.7±23.2	71.6±38.1	67.2±24.7	75.5±20.5	96.3±31.0
RFD_D ($kN.s^{-1}$)	45.6±11.5	33.8±6.5	41.6±26.0	35.3±8.5 **	38.9±8.7	60.5±18.1
P_{MAXCMJ} ($W{\cdot}kg^{-1}$)	35.2±4.3	26.6±4.0 ‡	29.3±4.9 ‡	24.5±3.9 ‡ II	27.6±5.1 ‡	23.6±3.6 ‡ II
P_{MAX} ($W{\cdot}kg^{-1}$)	47.2±15.3 †	34.3±0.3 †‡	37.9±8.1 †‡	34.3±0.1 †‡	35.4±4.2 †‡	30.6±6.0 †‡
P_{INDEX}	0.48±0.01	0.49±0.01	0.52±0.01	0.50±0.12	0.51±0.10	0.45±0.18
S_U (m)	0.343±0.082 §	0.440±0.100	0.395±0.068	0.388±0.076	0.408±0.080	0.406±0.082
S_D (m)	0.342±0.074 § II¶#	0.518±0.108	0.436±0.147	0.530± 0.079	0.527±0.124	0.372±0.086 § ¶
W_{MAX} ($J{\cdot}kg^{-1}$)	0.70±0.35 ¶#	1.24±0.63 ¶	1.08±0.97	1.70±0.49	1.67±0.89	0.70±0.18 ¶#

Tabla 2. *Valores de los parámetros dinámicos para las condiciones CMJ y DJ60 (media±DE, n=138). H_{CMJ}, F_{MAXCMJ} y P_{MAXCMJ} representan la altura de salto, la producción relativa de fuerza y la producción relativa de potencia para la condición CMJ. † p<0.01 en comparación con el CMJ; ‡ p<0.05 en comparación con el TF; § p<0.05 en comparación con el SO; II p<0.05 en comparación con el VO; p<0.05 en comparación con el HA; # p<0.05 comparación con el BA; ** p<0.05 en comparación con el RO. CMJ=salto con contramovimiento, TF=atletismo; SO=fútbol, VO=voleibol; HA=handbol, BA=básquetbol; RO=remo.*

Con respecto al DJ60 se hallaron diferencias significativas ($p<0.001$) para la H, Tc, % T_{IMP}, F_{MAX}, P_{MAX}, W_{MAX} y S_D. Los análisis post hoc revelaron que los sujetos del grupo VO saltaron más alto que los de los grupo HA; SO, BA y RO. Los sujetos del grupo VO también produjeron menor W_{MAX} que los del grupo HA. Los sujetos del grupo TF saltaron más alto que los del grupo HA y produjeron una mayor F_{MAX} que los de los grupos HA, BA, SO y VO. Por otra parte, los sujetos del grupo TF produjeron una mayor P_{MAX} en comparación con los otros grupos y alcanzaron un menor % TF_{MAX} que los sujetos de los grupos SO y RO. Los sujetos del grupo TF utilizaron un menor % T_{IMP} que los sujetos de los grupos VO, HA, RO y BA. Por último, los sujetos del grupo TF tuvieron un menor SD en comparación con los otros grupos.

Los análisis adicionales de las variables del DJ60 con el PCA revelaron que el Tc, F_{MAX}, RFD_U y S_U estuvieron correlacionados negativa y significativamente unos con otros, con coeficientes de correlación en el rango de –0.400 a –0.813 ($p<0.001$). La P_{MAX} y el Tc también estuvieron significativamente correlacionados ($r=0.593$, $p<0.001$), así como

también la RFD_U y el % TF_{MAX} ($r=-0.430$, $p<0.001$). Estos hallazgos sugieren que el PCA podría ser utilizado para detectar la existencia de 2 componentes principales (15). El primer componente principal, el cual explicó el 52.4% de la varianza en los parámetros dinámicos, estuvo asociado a las características temporales del DJ60 (valores propios: 3.308). El segundo componente principal, el cual explicó el 25.1% de la varianza, estuvo asociado con las características del pico de fuerza del DJ60 (valores propios: 1.343).

La Figura 1 presenta los valores individuales para los dos componentes principales del DJ60. La abscisa horizontal corresponde al componente identificado con las variables de tiempo, mientras que la vertical corresponde al componente identificado con las variables de fuerza. Los atletas con altas cargas positivas en el segundo componente principal tienen una mayor probabilidad de producir mayores picos de fuerza y potencia. Sin embargo, es probable que las relaciones negativas en el primer componente principal representen a los atletas rápidos y explosivos.

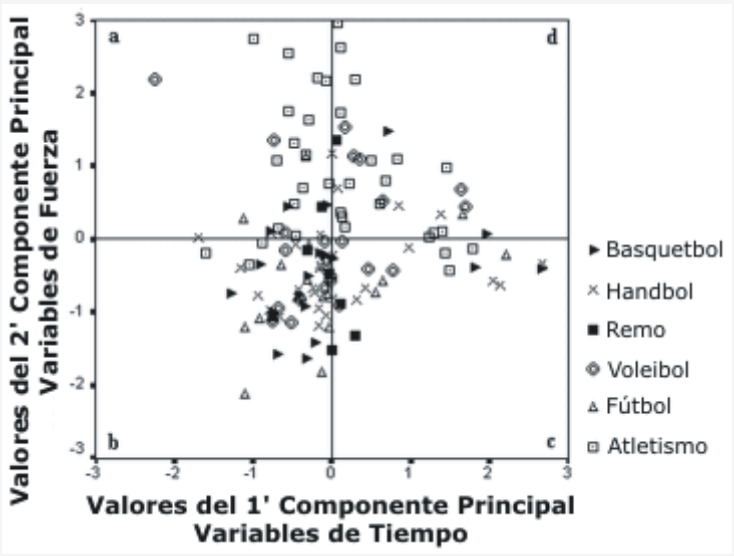


Figura 1. *Valores de cada atleta en los dos componentes principales en la ejecución del DJ60. La sección (a) representa a los atletas "fuertes y rápidos", la sección (b) representa a los atletas "menos fuertes y rápidos", la sección (c) representa a los atletas "menos fuertes y lentos" y la sección (d) representa a los atletas "fuertes y lentos".*

Los valores parecen estar concentrados en la abscisa vertical, la cual corresponde al componente principal identificado con las características del pico de fuerza del salto. Sin embargo, una observación más cercana revela que los atletas del grupo TF estuvieron ubicados en su mayoría en las secciones superiores de la figura. Por otro lado, la mayoría de los sujetos de los otros grupos estuvieron ubicados en las secciones inferiores de la figura.

Las diferencias cuantitativas anteriormente mencionadas pueden también ser observadas en las curvas que representan la fuerza de reacción contra el piso y la producción de potencia corporal total, las cuales están presentadas en las Figuras 2 y 3, respectivamente. La fuerza de reacción vertical fue similar a la de cualquier salto en profundidad: se detectó un primer pico temprano, seguido de un segundo pico (aproximadamente en el momento en el que el centro de masa estaba en la posición más baja). Sin embargo, en los sujetos del grupo SO el primer pico ocurrió más tarde, mientras que hubo un retraso para alcanzar el segundo pico en los sujetos del grupo BA. Las curvas de producción de potencia revelaron que los atletas de los grupos HA y SO alcanzan la P_{MAX} hacia el final de la fase de empuje, mientras que los atletas de los grupos TF, VO y RO exhibieron un desarrollo más suave de la P_{MAX} durante el contacto.

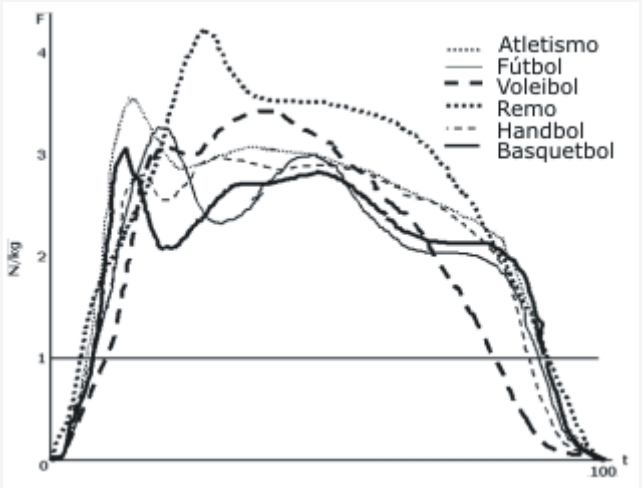


Figura 2. *Curvas de representación de las fuerzas verticales de reacción para los sujetos que tienen una H idéntica a la H promedio del grupo. Las curvas están normalizadas por el Tc y por la* F_{MAX}.

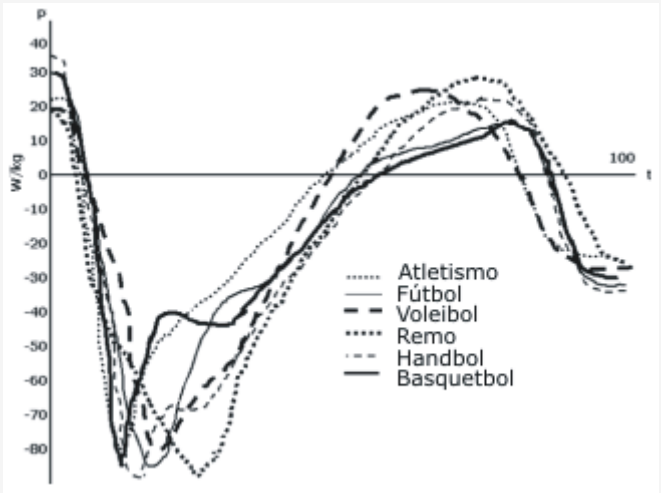


Figura 3. *Curvas que representan la potencia de los sujetos que tienen una H idéntica a la H promedio del grupo. Las curvas están normalizadas por el Tc y por la* F_{MAX}.

DISCUSION

Los resultados mostraron que los valores de H, la F_{MAX} y la P_{MAX} difieren entre las condiciones CMJ y DJ60: una menor H en el DJ60, pero una mayor F_{MAX} y una mayor P_{MAX}. Este hallazgo fue también observado en estudios previos (6). La estadística descriptiva reveló diferencias significativas entre los grupos; vale la pena señalar que las tendencias observadas entre los grupos para el CMJ se mantuvieron sin cambios para el DJ60. Los sujetos del grupo TF produjeron el mayor pico de fuerza y el mayor pico de potencia utilizando una fase ascendente más corta en ambos saltos.

En el presente estudio, en el DJ60, los atletas del grupo VO saltaron más alto que los otros atletas examinados. Un estudio previo (7) también mostró que, para saltos en profundidad desde alturas entre 20 y 100cm, lo jugadores de VO alcanzaban mayores alturas de salto en comparación con los otros atletas. Las diferencias en el rendimiento del salto atribuibles a diferentes antecedentes de entrenamiento, también han sido observadas en estudios previos (17, 19). Esto es consistente con los resultados de este estudio, en el cual los atletas de varios deportes que realizaron el DJ60 exhibieron diferencias cuantitativas y cualitativas con respecto a los parámetros del DJP, verificando nuestra hipótesis.

El hecho de que los atletas del grupo TF produjeran mayores F_{MAX} y P_{MAX} con un menor $\%T_{IMP}$ en los saltos verticales examinados no es un hecho sorprendente. Está bien documentado que los deportistas de atletismo utilizan ejercitaciones específicas de sprint que pueden ser utilizadas alternativamente como ejercicios de fuerza (18). Los resultados del PCA con respecto al salto vertical desde sentadilla revelaron que los atletas del grupo TF eran mas rápidos, tenían una mayor RFD_U, y alcanzaban el pico de fuerza antes que los otros atletas (15). Esto puede llevar a la conclusión de que dicho patrón dependiente del tiempo en el rendimiento del salto vertical es característico de los deportistas de atletismo.

Las Figuras 2 y 3 demostraron la existencia de diferencias cuantitativas entre los diferentes grupos de atletas examinados. Sin embargo, los entrenadores pueden obtener información concerniente al rendimiento en el DJ de la curva de fuerza–tiempo. Si el segundo pico es menor que el primero, se debe elegir una altura de caída menor, debido a que la musculatura del atleta no puede absorber la carga de impacto durante el contacto inicial con el piso. Si el segundo pico se desarrolla más tarde que el comienzo del movimiento ascendente, se debe también seleccionar una menor altura de caída, con el propósito de reforzar la transición desde la fase excéntrica a la fase concéntrica de la función muscular. Esto último es muy importante, ya que la ejecución de saltos pliométricos busca maximizar la altura de salto en el menor tiempo de contacto posible, llevando a una mejora en la producción de potencia (22, 23). Esto puede representar un cambio en los valores del PCA hacia la sección superior izquierda de la figura de los componentes principales.

Desde esta perspectiva, cuando se evalúa el rendimiento en el DJ utilizando los valores del PCA, un salto lento y sin potencia estará representado por fuertes relaciones negativas en los componentes principales extraídos. Por otro lado, un salto rápido y potente estará representado por fuertes relaciones positivas en los componentes principales extraídos. En conclusión, el rendimiento en el DJ difiere entre los atletas de varios deportes tanto individuales como de equipo, y el PCA puede ser un método de mucha utilidad para evaluar estas diferencias y para monitorear los programas de entrenamiento con saltos en profundidad.

Aplicaciones Prácticas

La mejora en la capacidad de salto es el principal objetivo en muchos deportes, y los saltos en profundidad son un reconocido método de entrenamiento utilizado para alcanzar esta mejora. En los deportes individuales, los atletas deben mejorar su rendimiento en el salto con el propósito de alcanzar una mejor marca personal. Sin embargo, el atleta de deportes de equipo debe saltar más alto que su oponente, y este salto debe ser ejecutado más rápido que el salto de su oponente. El PCA puede expresar la complejidad de los parámetros que componen el DJP en solamente dos valores, los cuales representan la predominancia de las características de fuerza o de las características temporales durante la ejecución del salto. Estos valores pueden asistir al practicante en el monitoreo del progreso del programa de entrenamiento con saltos con caídas. Por último, utilizando los valores del PCA, se pueden definir objetivos apropiados de entrenamiento, con el propósito de ajustar las capacidades de salto de los atletas a las demandas específicas de su deporte.

Agradecimientos

Esta investigación estuvo respaldada parcialmente por un subsidio de la Secretaria Nacional de Deportes. Los autores desean agradecer a dos revisores anónimos por su invaluable retroalimentación en la primera versión del manuscrito.

Dirección para el envío de correspondencia

Irakis Kollias, correo electrónico: hkollias@phed.auth.gr

REFERENCIAS

1. Aragon-Vargas, L.F.,M.M. Gross (1997). Kinesiological factors in vertical jump performance: Differences among individuals. *J. Appl. Biomech. 13:24–44*
2. Arteaga, R., C. Dorado, J. Chavarren, and J.A.L. Calbet (2000). Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 40:26–34*
3. Baca, A (1999). A comparison of methods for analyzing drop jump performance. *Med. Sci. Sports Exerc. 31:437–442*
4. Blattner, S., and L. Noble (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Res Q. 50:583–588*
5. Bobbert, M.F (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Med. 9:7–22*
6. Bobbert, M.F., M. Mackay, D. Schinkelshoek, P.A. Huijing, and G.J. van Ingen Schenau (1986). Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *Eur. J. Appl. Physiol. 54:566–573*
7. Bosco, C., and P.V. Komi (1982). Muscle elasticity in athletes. *In: Exercise and Sport Biology. P.V. Komi, R.C. Nelson and C.A.*

Morehouse, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 109–117
8. Bosco, C., J. Tihanyi, P.V. Komi, G. Fekete, and P. Apor (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol. Scand. 116:343–349*
9. Brown, M.E., J.L. Mayhew, and M.A. Boleach (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 26:1–4*
10. Dowling, J.J., and L. Vamos (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *J. Appl. Biomech. 9:95–100*
11. Fatouros, G.I., Z.A. Jamurtas, D. Leontsini, K. Taxildaris, N. Aggelousis, N. Kostopoulos, and P. Buckenmeyer (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Cond. Res. 14:470–476*
12. Harman, E.A., M.T. Rosenstein, P.N. Frykman, and R.M. Rosenstein (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med. Sci. Sports Exerc. 22:825–833*
13. Hewett, T.E., A.L. Stroupe, T.A. Nance, and F.R. Noyes (1996). Plyometric training in female athletes. *Decreased impact forces and increased hamstring torques. Am. J. Sports Med. 24:765–773*
14. Izquierdo, M., K. Hakkinen, J.J. Gonzalez-Badillo, J. Ibanez, and E.M. Gorostiaga (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol. 87:264–271*
15. Kollias, I., V. Hatzitaki, G. Papaiakovou, and G. Giatsis (2001). Using Principal Components Analysis to Identify Individual Differences in Vertical Jump Performance. *Res. Q. Exerc. Sport. 72:63–67*
16. Matavulj, D., M. Kukolj, D. Ugarkovic, J. Tihanyi, and S. Jaric (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 41:159–164*
17. McClay, I.S., J.R. Robinson, T.P. Andriacchi, E.C. Frederick, T. Gross, P. Martin, G. Valiant, K.R. Williams, and P.R. Cavanagh (1994). A profile of ground reaction forces in professional basketball. *J. Appl. Biomech. 10:222–236*
18. Mero, A., and P.V. Komi (1994). EMG, force, and power analysis of sprint specific strength exercises. *J. Appl. Biomech. 10:1–13*
19. Viitasalo, J.T., A. Salo, and J. Lahtinen (1998). Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. *Eur. J. Appl. Physiol. 78:432–440*
20. Voigt, M., E.B. Simonsen, P. Dyhre-Poulsen, and K. Klausen (1995). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *J. Biomech. 28:293–307*
21. Wilt, F (1975). Plyometrics–What it is–How it works. *Athl. J. 55(76):89–90*
22. Young, W.B., G.J. Wilson, and C. Byrne (1999). A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. *Int. J. Sports Med. 20:295–303*
23. Young, W.B., J.F. Pryor, and G.J. Wilson (1995). Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *J. Strength Cond. Res. 9:232–236*

Cita Original

Kollias Iraklis, V. Panoutsakopoulos, and G. Papaiakovou. Comparing jumping ability among athletes of various sports: Vertical drop jumping from 60 centimeters. J. Strength Cond. Res. 18(3):546–550. 2004