

Relación entre la potencia muscular de extremidades inferiores y tronco con la velocidad de salida de la bola en el swing de drive en golf

Relationship between the Muscle Strength of Lower Limbs and Trunk and Ball Speed when Hit with a Golf Driver

LORENA TORRES RONDA

JOAN SOLÉ FORTÓ

LISÍMACO VALLEJO CUÉLLAR

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya - Barcelona

XAVIER BALIUS MATAS

CAR Sant Cugat

Correspondencia con autora

Lorena Torres Ronda

lorenatorres07@yahoo.es

Resumen

A pesar del interés emergente en el acondicionamiento físico en el golf, se han llevado a cabo pocos estudios para valorar la relación entre la potencia mecánica y el rendimiento en golf. El objetivo de este estudio fue valorar si existía una correlación entre la velocidad de salida de la bola del swing de *drive* y la potencia muscular de extremidades inferiores y tronco, en un grupo de 8 golfistas ($16,8 \pm 1,4$ años; $2,2 \pm 1,8$ Handicap; $63,1 \pm 6,4$ kg.; $172,7 \pm 7,5$ cm). El test incluyó mediciones de la velocidad de salida de la bola y tests de potencia mecánica (prensa de piernas horizontal, press de banca y rotaciones de tronco). Los resultados de este estudio indican que existe una correlación significativa entre la velocidad de salida de la bola y la potencia piernas (prensa de piernas horizontal: $r^2 = ,933$; $p = ,000$) y del tronco (press de banca: $r^2 = 0,66$; $p = ,014$). La prensa de piernas se mostró como el predictor más representativo para la velocidad de salida de la bola ($r^2 = 0,934$; $p = ,000$).

Palabras clave: fuerza, potencia mecánica, *swing* golf, *drive*

Abstract

Relationship between the Muscle Strength of Lower Limbs and Trunk and Ball Speed when Hit with a Golf Driver

Despite the emerging interest in physical fitness in golf, few studies have been conducted to assess the relationship between mechanical power and performance in golf. The aim of this study was to examine whether there is a relationship between ball speed when hit with a driver and the muscle power of the lower limbs and trunk in a group in 8 golfers (16.8 ± 1.4 years, 2.2 ± 1.8 Handicap; 63.1 ± 6.4 kg; 172.7 ± 7.5 cm). The tests included measurements of ball speed and mechanical tests (horizontal leg press, bench press and trunk rotations). The results of this study indicate that there is a significant correlation between ball speed and power in the legs (horizontal legs press: $r^2 = .933$, $p = .000$) and trunk (bench press: $r^2 = 0.66$, $p = .014$). The best predictor of ball speed was the horizontal leg press ($r^2 = 0.934$, $p = .000$).

Keywords: strength, muscle power, golf swing, drive

Introducción

El golf es un deporte que ha incrementado su popularidad en los últimos años, tanto a nivel autonómico como nacional e internacional (Theriault & Lachance, 1998). Este interés también se ha observado entre la comunidad científica aumentando el número de estudios publicados que describen y analizan sus características y necesidades (Farrally et al., 2003).

Uno de los aspectos que tiene más importancia en el rendimiento final del golf es la distancia y la precisión que es capaz de conseguir el jugador con su *swing* (Hetu, Christie, & Faigenbaum, 1998; Hetu & Faigenbaum, 1996; Hume, Keogh, & Reid, 2005; Yoon, 1998). Varios autores apuntan que hay una serie de factores que influyen en la distancia del golpeo, de entre los cuales destacan: el nivel de habilidad técnica, la dinámica del palo

(velocidad que alcanza la cabeza del palo), la longitud de la varilla, la masa de la cabeza del palo, la potencia muscular aplicada y la secuencia de acción de los segmentos corporales y el implemento (Asçi & Açıkada, 2007; Fletcher & Hartwell, 2004; Milburn, 1982; Wiren, 1968; Yoon, 1998).

La biomecánica resulta determinante a la hora de describir factores técnicos que condicionan la distancia que se puede conseguir con el *swing*. Hume, Keogh y Reid (2005) indican que para maximizar la distancia con el *Drive* se necesita producir una serie de fuerzas de reacción contra el suelo y una transmisión coordinada de estas fuerzas desde la pierna atrasada a la adelantada. La siguiente fase del *swing*, el *dowswing*, permite aplicar toda la energía acumulada para generar una mayor velocidad angular sobre la cara del palo y por tanto, conseguir una mayor distancia de la bola. La coordinación óptima de la secuencia del golpeo permitirá impulsar la bola a mayor distancia con control.

Por otro lado, la capacidad del sistema neuromuscular para generar potencia muscular parece ser crítica en muchos deportes en los que se ha de esprintar, saltar o lanzar, acciones que requieren de una combinación óptima de la fuerza muscular y la velocidad para maximizar el rendimiento (Izquierdo, Häkkinen, Gonzalez-Badillo, Ibáñez, & Gorostiaga, 2002). Actualmente, en la bibliografía existe un interés en determinar la relación fuerza/velocidad y potencia/velocidad, a fin de que se puedan realizar ejercicios de entrenamiento con las cargas y/o velocidades que serían más similares a las condiciones del rendimiento muscular que requieren los movimientos de la competición (Asçi & Açıkada, 2007; Baker, Nance, & Moore, 2001; Izquierdo et al., 2002; Kaneko, Fuchimoto, Toji, & Suei, 1983; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Toji, Suei, & Kaneko, 1997; Tous, 1999; Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993). Por tanto, es esencial el conocimiento de la potencia mecánica para controlar y valorar el rendimiento deportivo. Estudios en diferentes disciplinas deportivas han analizado la correlación entre variables de la condición física, velocidad del implemento utilizado o del objeto lanzado (a través de la velocidad de la bola), y el rendimiento deportivo (Bayios, Anastasopoulos, Sioudris, & Boudolos, 2001; Forthomme, Croisier, Crielaard, Ciccarone, & Cloes, 2005; Heitman, Pugh, Erdmann, & Kovaleski, 2000; Jegede, Watts, Hore, & Stitt, 2005; Pyne, Duthie, Saunders, Petersen, & Portus, 2006; Signorile, Sandler, Smith, Stoutenberg, & Perry, 2005). Concretamente en el golf, también se ha

analizado la correlación entre variables de la condición física y el rendimiento final del golpeo-*swing*.

Por un lado, encontramos estudios que relacionan variables del golpeo del *swing* y/o variables de la condición física con el nivel de juego (handicap o puntuación) (Fradkin, Sherman, & Finch, 2004; Kras & Abendroth-Smith, 2001; Sell, Tsai, Smoliga, Myers, & Lephart, 2007; Smoliga, Myers, Jolly, Sell, & Lephart, 2006; Tsai et al., 2004). En general, los resultados muestran una tendencia de correlación positiva entre el nivel técnico y la velocidad del *swing*, aunque han sido pocos los estudios realizados en este ámbito.

Por otro lado, diversos estudios han analizado la relación de diferentes variables de la condición física con alguna o varias variables de las condiciones del golpeo de la bola y del *swing*, tras un periodo de entrenamiento de fuerza, flexibilidad, pliometría, equilibrio o la combinación de estos (Doan, Newton, Kwon, & Kraemer, 2006; Fletcher & Hartwell, 2004; Hetu et al., 1998; Jones, 1999; Lephart, Smoliga, Myers, Sell, & Tsai, 2007; Reyes, 2002; Seiler, Skaanes, Kirkesola, & Katch, 2006; Sthromeyer, 1978; Thompson, Myers, Blackwell, 2007; Thompson, & Osness, 2004; Wenzel, 1968; Westcott, Dolan, & Cavicchi, 1996). La mayoría de estos estudios, presentan mejoras significativas en algunas o en todas las variables relacionadas con las condiciones del golpeo de la bola, y en algunos o todos los ejercicios de fuerza testados. Sin embargo, no en todos los casos se realizó pre-test y post-test de las variables de la condición física, no se ha utilizado grupo control ni los sujetos se han asignado de forma aleatoria. Por otro lado, los perfiles de muestra presentaban una elevada heterogeneidad (por edad y/o handicap) para poder extrapolar resultados de un tipo de población a otro (como por ejemplo, amateurs vs. profesionales, jóvenes vs. adultos, hombres vs. mujeres) y que en la mayoría de los casos los programas de entrenamiento eran de carácter general (inespecífico).

Finalmente, pocos estudios han correlacionado valores de fuerza muscular con las condiciones del golpeo de la bola, sin llevar a cabo un entrenamiento (Wiren, 1968; T. Y. Wu, Wu, & Tsai, 2007; Yoon, 1998). Los resultados parecen mostrar una correlación significativa entre la fuerza muscular y variables relacionadas con el rendimiento del *swing*.

Bajo nuestro conocimiento, son escasos los estudios que valoren la potencia muscular y la relacionen con el rendimiento del *swing*, cuando en la actualidad, su valoración y control sirven como referencia para dirigir el

entrenamiento con más precisión hacia las adaptaciones neuromusculares deseadas.

El objetivo principal de este estudio es valorar si existe una correlación entre la velocidad de salida de la bola del *swing* de *drive* y la potencia muscular de extremidades inferiores y tronco, a través de ejercicios que se utilizan con frecuencia en el entrenamiento (prensa de piernas horizontal, *press* de banca y rotaciones de tronco).

Metodología

Sujetos

La muestra la constituyeron 5 jugadores y 3 jugadoras ($n = 8$) del Programa *Eagle* de la Federación Catalana de Golf ($16,8 \pm 1,4$ años; $2,2 \pm 1,8$ Handicap; $63,1 \pm 6,4$ kg.; $172,7 \pm 7,5$ cm), que siguen un programa de entrenamiento con una frecuencia de 5 días a la semana (20 horas/semana entre golf y preparación física), además de las competiciones que se realizan durante toda la temporada. Compiten en circuitos de nivel autonómico, nacional e internacional. Los sujetos fueron informados de la naturaleza del estudio y firmaron un consentimiento por escrito para formar parte de la muestra.

Material

Para la medición de la velocidad de salida de la bola se utilizó un Vector Pro (Titleist), conectado a un portátil. Se utilizaron bolas ProV 1X (Titleist). Para la realización de los test de potencia se empleó el MuscleLab (Ergotest, Ltd. Noruega) y más concretamente el codificador o *encoder* lineal de movimiento (velocímetro) que se incluye en este laboratorio portátil. El *software* (versión 7.16) incluido en este dispositivo, almacena los registros en una base de datos de fácil acceso que ofrece valores de la posición, la velocidad y la potencia con una frecuencia de muestreo de 100 Hz.

Procedimiento

Las valoraciones se llevaron a cabo durante dos días consecutivos, en el Centro de Alto Rendimiento (CAR), de Sant Cugat del Vallés y el campo Golf Sant Joan (Federación Catalana de Golf). En primer día se realizó el test de *drive* y, en una segunda sesión, el test de potencia de abdominales oblicuos. El segundo día, se realizaron los test de potencia en *press* de banca y en prensa

de piernas horizontal. A continuación, se exponen los protocolos de actuación:

Evaluación de la velocidad de salida de la bola

Los sujetos estaban familiarizados con el protocolo del test. Tras un calentamiento general (movilidad articular de piernas, tronco y brazos) y específico (progresión de palos hasta acabar con el *drive*; 25 bolas/persona) en la zona de prácticas, se realizó el test en un hoyo de un campo de golf (Par 5, nivel +3, picado en subida). Se realizaron dos turnos: primero se desplazaron a la zona de prácticas 4 jugadores y después 4 jugadores más. El test se realizó con el *drive* personal. Cada sujeto realizó 1 *swing* de prueba con el *drive* y con bola, desde el tee, con el objetivo de ajustar la técnica y la precisión. A continuación se realizaban 8 *swings* donde la instrucción fue buscar la máxima potencia (distancia) con precisión (límites de la calle). El tiempo de descanso entre *swings* (golpeos) era de 30-45". Para el análisis de los resultados se seleccionó el valor máximo de velocidad de salida de la bola (Forthomme et al., 2005; Pyne et al., 2006; Signorile et al., 2005) y la media de los 5 mejores registros de cada sujeto (Doan et al., 2006; Lephart et al., 2007; Yoon, 1998).

Test de potencia muscular

Los sujetos estaban familiarizados con la ejecución técnica del ejercicio y con el protocolo del test. La valoración consistió en un test progresivo de carga realizando las repeticiones a la máxima velocidad posible (Bosco, 1997). Los ejercicios elegidos para las evaluaciones fueron la prensa de piernas horizontal, el *press* de banca y la rotación de tronco sentado. Al inicio de la sesión, los sujetos realizaron un calentamiento general que consistió en realizar ejercicios de movilidad articular y previamente a cada ejercicio un calentamiento específico de 10 repeticiones del ejercicio a testar. Para la prensa de piernas horizontal el punto de partida era de 90° de flexión de piernas, monitorizada con goniómetro, hasta completar la extensión. En el *press* banca, el sujeto debía completar el recorrido de 90° de flexión de brazo hasta la completa extensión. Finalmente, la rotación de tronco se testó de derecha a izquierda y de izquierda a derecha, donde el sujeto debía completar el recorrido articular que permite la máquina (MEDEX), una vez fijada la posición. Para cada repetición se realizaba una parada de 2 segundos al final de la fase concéntrica y de 2 segundos antes de realizar la siguiente repetición. En los tres ejercicios se hizo un test progresivo (4 cargas) y

| Variables | Sujetos |
|-------------------------|-------------|
| Edad (años) | 16,8 (1,4) |
| Peso (kg) | 63,1 (6,4) |
| Talla (cm) | 172,7 (7,5) |
| Envergadura (cm) | 176,0 (8,5) |
| Porcentaje grasa (%) | 13,3 (4,7) |
| Peso grasa (%) | 8,3 (2,5) |
| Porcentaje muscular (%) | 45,7 (4,6) |
| Peso muscular (kg) | 29,0 (5,2) |
| Suma pliegues (cm) | 72,9 (32,8) |
| Handicap | 2,2 (1,8) |

▲
Tabla 1

Características antropométricas y handicap de los golfistas; medias (\pm DS)

| Variables | Media | Dt |
|--------------------------------------|--------|--------|
| Velocidad máxima de la bola (km/h) | 295,45 | 19,91 |
| Media 5 mejores (km/h) | 290,34 | 18,41 |
| Potencia oblicuo derecho (w) | 372,03 | 138,85 |
| Potencia oblicuo izquierdo (w) | 341,06 | 135,61 |
| Potencia prensa horizontal (w) | 828,68 | 226,56 |
| Potencia prensa pierna izquierda (w) | 393,19 | 115,91 |
| Potencia prensa pierna derecha (w) | 384,75 | 130,81 |
| Potencia press banca (w) | 323,19 | 94,13 |

▲
Tabla 2

Estadísticos descriptivos de las variables de rendimiento de los golfistas ($n=8$); medias y DS

para cada peso, el sujeto realizaba repeticiones hasta que bajaba la potencia en dos repeticiones consecutivas. En los tres test, se seleccionó, para cada peso levantado, la repetición con la cual se producía un mayor nivel de potencia. Para el análisis estadístico se seleccionó el pico de potencia (potencia máxima) de la curva potencia-velocidad, de cada ejercicio.

Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se ejecutó mediante el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0. Se presenta la estadística descriptiva (media, desviación estándar), e inferencial (correlación y regresión). Se constató la normalización de variables mediante la prueba Shapiro-Wilk ($n < 50$). Se realizó una matriz de correlación (coeficiente de determinación r^2), para determinar la asociación entre variables. La prueba t de Student y un modelo lineal general de medidas repetidas, se utilizaron para la comparación de medias. Por último, se aplicó una regresión lineal múltiple (paso a paso) para la predicción del modelo estadístico. El nivel de significancia establecido fue de $p \leq 0,05$.

Resultados

En la *tabla 1* se muestran los valores descriptivos (medias; \pm SD) para las variables antropométricas composición corporal y handicap, de $n = 8$ golfistas. En la *tabla 2* se muestran los resultados de los estadísticos descriptivos de las variables de rendimiento.

Para el análisis de los resultados se seleccionó el valor máximo de velocidad de salida de la bola (BS), la media de los 5 mejores registros (BSm5) y la potencia máxima media de los ejercicios testados.

Existe una correlación significativa entre la velocidad de salida de la bola (BS) y la media de las 5 mejores velocidades de salida de la bola (BSm5) ($r^2 = ,933$; $p = ,000$), lo que nos indica que están asociadas en un 93%, por tanto, cualquiera de las dos variables se puede utilizar para el análisis estadístico. Nosotros utilizaremos la media de las 5 mejores velocidades de salida de la bola (BSm5), ya que presenta menor desviación estándar ($\bar{x} = 290,32$; DS = 18,41).

Cuando se realiza una matriz de correlación (Pearson) entre la BSm5 y el resto de variables, se observa que la variable con mayor la correlación significativa con la BSm5 es la prensa de piernas horizontal (coeficiente de determinación $r^2 = 0,94$; $p = ,000$). Se observa una correlación estadísticamente significativa entre la BSm5 y el press de banca, aunque es más discreta ($r^2 = 0,66$; $p = ,014$). No se observa correlación significativa entre la BSm5 con la potencia mecánica de los oblicuos. Los datos más relevantes de la matriz de correlación se muestran en la *tabla 3*.

| Variables | | bsm5 | pprensa | ppresbanca |
|----------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| Media 5 mejores | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | 1 | ,967** ,000 | ,815* ,014 |
| Potencia prensa horizontal | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | ,967** ,000 | 1 | ,845** ,008 |
| Potencia press banca | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | ,815* ,014 | ,845** ,008 | 1 |

Tabla 3

Matriz de correlación entre la media de las 5 mejores velocidades de salida de la bola (BSm5; km/h) vs. prensa de piernas horizontal (W) y press banca (W), de n=8 golfistas

Se obtienen valores de correlación óptima entre la potencia de oblicuos hacia el lado derecho y hacia el lado izquierdo ($r^2 = 0,97$; $p = ,000$). Pero cuando se aplicó la prueba *T Student* para comparar medias entre la potencia de los oblicuos hacia el lado derecho ($372,03 \pm 138,85$ w) vs. izquierdo ($341,06 \pm 135,61$ w) se encontraron diferencias significativas ($p = 0,006$) entre ambos ejercicios.

También se observa una correlación significativa entre la prensa de piernas horizontal en el ejercicio con dos piernas y realizado sólo con la pierna derecha ($r^2 = 0,91$; $p = ,000$) y sólo con la pierna izquierda ($r^2 = 0,97$; $p = ,000$). Con el modelo lineal general de medidas repetidas, se encontraron diferencias significativas entre la potencia máxima media de prensa horizontal realizada con las dos piernas, con la pierna derecha ($p = ,000$) y con la pierna izquierda ($p = ,000$), mientras que no hubo diferencias significativas entre la pierna derecha y la izquierda ($p = 1,000$). Esto nos indicaría que se podría realizar el control de la potencia exclusivamente con el ejercicio realizado con dos piernas y que no habría déficit bilateral.

El modelo de regresión lineal múltiple (paso a paso) se utilizó para determinar las variables que podrían predecir la velocidad de salida de la bola (BSm5). La prensa de piernas se mostró como el predictor más representativo para la BSm5 ($r^2 = 0,934$; $p = ,000$). Los valores para los coeficientes para la constante fueron de 225,265, significativo al nivel ,000 y la variable prensa tuvo un valor ,079 que fue significativo al nivel ,000. La variable press de banca no fue significativa (-,001). La ecuación resultante que nos permite predecir la velocidad de salida de la bola con la variable prensa fue la siguiente: $Y = 225,265 + 0,07* (\text{prensa piernas horizontal})$ (figura 1).

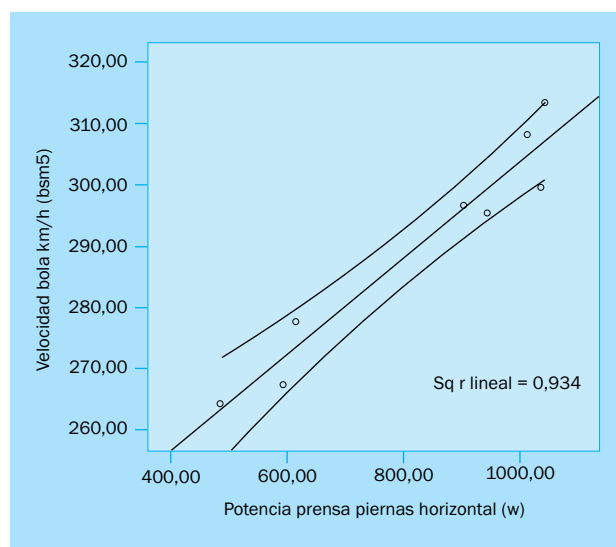


Figura 1

Relación entre la velocidad de salida de la bola (BSm5; km) vs. prensa de piernas horizontal (w), de n=8 golfistas

Discusión

Los resultados del presente estudio muestran una correlación significativa entre variables de la condición física, medidas en potencia mecánica (w), con la velocidad de salida de la bola durante el swing de drive, especialmente en tren inferior (prensa de piernas horizontal; $r^2 = 0,94$; $p = ,000$) y tronco (press de banca; $r^2 = 0,66$; $p = ,014$). Estos resultados coinciden con los presentados en estudios anteriores (Wiren, 1968; Wu et al., 2007; Yoon, 1998).

Aunque a menudo el swing es considerado como una actividad principalmente de la parte superior del cuerpo, una parte de la potencia se deriva de la parte inferior. En

un lanzamiento o golpeo, como por ejemplo el *swing*, la cadena cinética de la acción implica la iniciación del movimiento en las piernas y las caderas, seguida de los movimientos del tronco, los hombros y finalmente las muñecas y las manos. Los estudios biomecánicos sugieren que para maximizar la distancia del *swing*, se ha de realizar un rápido estiramiento de los músculos de las caderas, tronco y extremidades superiores durante el *backswing*, maximizar el factor-x en la primera fase del *downswing*, producir una serie de fuerzas de reacción contra el suelo y una transmisión coordinada de estas fuerzas desde la pierna atrasada a la adelantada durante la fase de *downswing*/aceleración y realizar un movimiento rápido de las muñecas cuando el antebrazo se encuentra a unos 30° respecto a la horizontal del suelo (Hume et al., 2005). Esto justificaría la importancia de la potencia mecánica del tren inferior y los resultados obtenidos.

A pesar de que la pierna derecha e izquierda desempeñan diferentes funciones mecánicas durante el *swing*, no se han encontrado diferencias significativas de potencia máxima ($p = 1.000$). Los resultados nos indican que la muestra utilizada no presenta déficit bilateral. Este estudio no nos permite afirmar que la técnica del *swing* no comporte desequilibrios entre las dos piernas, ya que la muestra utilizada es pequeña y realiza de forma sistemática, en sus programas de entrenamiento físico, ejercicios de compensación. Se requieren futuros estudios para contrastar esta hipótesis y así poder optimizar los programas de prevención de lesiones. Por otro lado, los resultados nos indican que se puede realizar el control de la potencia mecánica de extremidades inferiores exclusivamente con el ejercicio de prensa de piernas horizontal realizado con dos piernas.

No se ha observado una correlación significativa de la velocidad de salida de la bola con la potencia mecánica de los abdominales oblicuos. Otro estudio donde tampoco se encontró una correlación entre la velocidad de la bola y la máxima velocidad del tronco, la rotación de la columna y el factor-X es el de T. Y. Wu, Wu, y Tsai (2007). Sin embargo, la mayoría de autores que han analizado estas variables (Burden, Grimshaw, & Wallace, 1998; McTeigue, Lamb, Mottram, & Pirozolo, 1994; Sell et al., 2007; Yoon, 1998) consideran que son importantes para mejorar la velocidad de la bola y la distancia. Pensamos que la ausencia de correlación puede deberse al ejercicio seleccionado o a la limitada muestra con la que se realizó el test.

Los resultados de este estudio reforzarían los resultados de estudios anteriores donde se observó que la fuerza, especialmente de caderas, pelvis y tronco (lumbar-abdominal) es importante para optimizar el rendimiento en golf (Doan et al., 2006; Kras & Abendroth-Smith, 2001; Sell et al., 2007; Tsai et al., 2004; Wu et al., 2007; Yoon, 1998), aunque en este estudio no se encuentre una correlación entre la BSm5 y la potencia mecánica de abdominales oblicuos.

Se demuestra que la variable que correlaciona mejor como predictor es la prensa de piernas horizontal, que presenta una gran correlación con la BSm5, que explica en un 94% de la varianza de la BSm5.

Aunque los resultados de este estudio muestran una gran relación entre la potencia mecánica en el press de piernas horizontal y el press de banca y la velocidad de la bola de *swing* de *drive*, pensamos que estos resultados presentan una serie de limitaciones. Se requieren de futuros estudios donde la muestra sea mayor, que relacionen las variables antropométricas con los resultados obtenidos y que controlen la precisión de los golpes, variable que los autores consideramos imprescindible en la valoración del rendimiento del *swing*.

Conclusiones

El presente estudio evidencia que la velocidad de la bola correlaciona directamente con la potencia mecánica del tren inferior y con el tronco. Esta importante correlación sugiere que la prensa de piernas horizontal y el press de banca son ejercicios útiles para introducir en los programas de entrenamiento. La potencia mecánica en la prensa de piernas horizontal puede ser un buen indicador para predecir el rendimiento del *swing*, en cuanto a velocidad de la bola y a la distancia alcanzada. Creemos que esta información puede constituir una herramienta de gran utilidad para los preparadores físicos en la tarea de concienciar a sus jugadores de la importancia de la preparación física en el rendimiento de este deporte.

Estos resultados avalan la necesidad de que los golfistas incorporen en sus programas de entrenamiento ejercicios específicos, relacionados con el patrón técnico del *swing* y la velocidad de ejecución del gesto, así como un control de la carga y la velocidad de ejecución de los ejercicios de fuerza.

Son necesarios estudios que valoren la potencia mecánica y el rendimiento del *swing* en golf para poder crear un modelo que sirva de referencia para la

elaboración de los programas de la condición física, en concreto del entrenamiento de la fuerza, con una muestra mayor y donde se tenga en cuenta la precisión de los golpes. Sugerimos también introducir algunos ejercicios de potencia mecánica que guarden mayor similitud con el gesto técnico.

Agradecimientos

Los autores agradecemos el apoyo de la Federación Catalana de Golf y de Titleist (*Acushnet Company*) para la realización de este estudio.

Referencias

- Asçi, A. & Açıkada, C. (2007). Power Production Among Different Sports With Similar Maximum Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 10-16.
- Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 20-24.
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229.
- Bosco, C. (1997). La forza muscolare: aspetti fisiologici de applicazioni pratiche. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Burden, A. M., Grimshaw, P. N., & Wallace, E. S. (1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. *Journal of Sports Sciences*, 16(2), 165-176.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kwon, Y. H., & Kraemer, W. J. (2006). Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 62-72.
- Farrally, M. R., Cochran, A. J., Crews, D. J., Hurdzan, M. J., Price, R. J., Snow, J. T., & Thomas, P. R. (2003). Golf science research at the beginning of the twenty-first century. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 753-765.
- Fletcher, I. M. & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 59-62.
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Crielaard, J. M., Ciccarone, G., & Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 1513-1519.
- Fradkin, A. J., Sherman, C. A., & Finch, C. F. (2004). How well does club head speed correlate with golf handicaps? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4), 465-472.
- Heitman, R. J., Pugh, S. F., Erdmann, J. W., & Kovaleski, J. E. (2000). Measurement of upper and lower body strength and its relationship to underhand pitching speed. *Perceptual & Motor Skills*, 90(3, Pt. 2), 1139-1144.
- Hetu, F. E., Christie, C. A., & Faigenbaum, A. D. (1998). Effects of conditioning on physical fitness and club head speed in mature golfers. *Percept Motor Skills*, 86(3 Pt 1), 811-815.
- Hetu, F. E. & Faigenbaum, A. D. (1996). Conditioning for golf: guidelines for safe and effective training. *Strength & Conditioning*, 18(5), 22-28.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibáñez, J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87:3(1439-6319), 264-271.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., González-Badillo, J. J., Ibáñez, J., Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87:3(1439-6319), 264-271.
- Jegede, E., Watts, S., Hore, J., & Stitt, L. (2005). Timing of ball release in overarm throws affects ball speed in unskilled but not skilled individuals. *Journal of Sports Sciences*, 23(8), 805-816.
- Jones, D. (1999). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility training on the clubhead speed of recreational golfers. En *Science and golf III: proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf* (pp. 46-50). United States: Human Kinetics.
- Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., & Sueti, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 5(2), 50-55.
- Kras, J. M. & Abendroth-Smith, J. (2001). The relationship between selected fitness variables and golf scores. *International Sports Journal*, 5(1), 33-37.
- Lephart, S. M., Smoliga, J. M., Myers, J. B., Sell, T. C., & Tsai, Y. S. (2007). An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 860-869.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy -vs. light- load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- McTeigue, M., Lamb, S. R., Mottram, R., & Pirozzolo, F. (1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. En A. J. Cochran (Ed.), *Science and golf II: proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf* (pp. 50-58). Londres: E & FN Spon.
- Milburn, P. D. (1982). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(1), 60-64.
- Pyne, D. B., Duthie, G., Saunders, P. U., Petersen, C. A., & Portus, M. R. (2006). Anthropometric and strength correlates of fast bowling speed in junior and senior cricketers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3).
- Reyes, M. G. (2002). Maximal Static Contraction Strengthening exercises and driving distance. En E. Thain (Ed.), *Science and golf VI. Proceedings of the 2002 World Scientific Congress of Golf. St Andrews* (pp. 45-53). Londres: E & FN Spon.
- Seiler, S., Skaanes, P. T., Kirkesola, G., & Katch, F. (2006). Effects of sling exercise training on maximal clubhead velocity in junior golfers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(5), S286.
- Sell, T. C., Tsai, Y. S., Smoliga, J. M., Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2007). Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1166-1171.
- Signorile, J. F., Sandler, D. J., Smith, W. N., Stoutenberg, M., & Perry, A. C. (2005). Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in competitive tennis players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3).
- Smoliga, J. M., Myers, J. B., Jolly, J. T., Sell, T. C., & Lephart, S. M. (2006). Highly proficient golfers exhibit greater consistency in driving ball flight characteristics than less proficient golfers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5), S399.

- Sthromeyer, D. S. (1978). The effects of an exercise training program on grip strength and hitting distance and the relationship of grip strength and arm length to hitting distance in golf with a five iron. *UMI Dissertation service*.
- Therriault, G. & Lachance, P. (1998). Golf injuries. An overview. *Sports Medicine*, 26(1), 43-57.
- Thompson, C. J., Myers, K., & Blackwell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 131.
- Thompson, C. J., & Osness, W. H. (2004). Effects of an 8-week multi-modal exercise program on strength, flexibility, and golf performance in 55- to 79-year-old men. *Journal of Aging and Physical Activity*, 12(2), 144-156.
- Toji, H., Sueti, K., & Kaneko, M. (1997). Effects of combined training loads on relations among force, velocity, and power development. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22(4), 328-336.
- Tous, J. (1999). *Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculación*. Barcelona: Ergo.
- Tsai, Y. S., Sell, T. C., Myers, J. B., McCrory, J. L., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., & Lephart, S. M. (2004). The relationship between hip muscle strength and golf performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(Suppl. 5), S9.
- Wenzel, R. L. (1968). *Weight and isometric training in relation to certain aspects of golf performance* (Unpublished master thesis). University of North Dakota.
- Westcott, W., Dolan, F., & Cavicchi, T. (1996). Golf and strength training are compatible activities. *Strength & Conditioning*, 18(4), 54-56.
- Willson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(11), 1279-1286.
- Wiren, G. (1968). Human factors influence the golf drive for distance. *UMI Dissertation service*. Ann Arbor, MI: Bell & Howell.
- Wu, T. Y., Wu, P. L., & Tsai, Y. S. (2007). The relationship between strength, trunk rotation movements and ball speed in high school golfers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (Suppl. 5), S478.
- Yoon, S. (1998). *The relationship between muscle power and swing speed in low-handicapped golfers*. Eugene, OR, United States: Microform Publications, University of Oregon.