

Relació entre la potència muscular d'extremitats inferiors i tronc amb la velocitat de sortida de la bola al swing de drive al 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

Autora per a la correspondència

Lorena Torres Ronda

lorenatorres07@yahoo.es

Resum

Malgrat l'interès emergent en el condicionament físic al golf, s'han dut a terme pocs estudis per valorar la relació entre la potència mecànica i el rendiment al golf. L'objectiu d'aquest estudi va ser valorar si existia una correlació entre la velocitat de sortida de la bola del swing de drive i la potència muscular d'extremitats inferiors i tronc, en un grup de 8 golfistes ($16,8 \pm 1,4$ anys; $2,2 \pm 1,8$ Handicap; $63,1 \pm 6,4$ kg; $172,7 \pm 7,5$ cm). El test va incloure mesuraments de la velocitat de sortida de la bola i tests de potència mecànica (premsa de cames horitzontal, press de banca i rotacions de tronc). Els resultats d'aquest estudi indiquen que existeix una correlació significativa entre la velocitat de sortida de la bola i la potència de cames (premsa de cames horitzontal: $r^2 = ,933$; $p = ,000$) i del tronc (press de banca: $r^2 = 0,66$; $p = ,014$). La premsa de cames es va mostrar com el predictor més representatiu per a la velocitat de sortida de la bola ($r^2 = 0,934$; $p = ,000$).

Paraules clau: força, potència mecànica, 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

Introducció

El golf és un esport que ha incrementat la seva popularitat en els últims anys, tant a nivell autonòmic com a nivell nacional i internacional (Theriault & Lachance, 1998). Aquest interès també s'ha observat entre la comunitat científica, ja que ha augmentat el nombre d'estudis publicats que descriuen i analitzen les seves característiques i necessitats (Farrally et al., 2003).

Un dels aspectes que té més importància en el rendiment final del golf és la distància i la precisió que és capaç d'aconseguir el jugador amb el seu swing (Hetu, Christie, & Faigenbaum, 1998; Hetu & Faigenbaum, 1996; Hume, Keogh, & Reid, 2005; Yoon, 1998). Diversos autors apunten que hi ha una sèrie de factors que influeixen en la distància del copejament, entre els quals destaquen: el nivell d'habilitat tècnica, la dinàmica del

pal (velocitat que assoleix el cap del pal), la longitud de la barnilla, la massa del cap del pal, la potència muscular aplicada i la seqüència d'acció dels segments corporals i la implementació (Asçi & Açıkada, 2007; Fletcher & Hartwell, 2004; Milburn, 1982; Wiren, 1968; Yoon, 1998).

La biomecànica resulta determinant a l'hora de descriure factors tècnics que condicionen la distància que es pot aconseguir amb el *swing*. Hume, Keogh i Reid (2005) indiquen que per maximitzar la distància amb el *Drive* es necessita produir una sèrie de forces de reacció contra el terra i una transmissió coordinada d'aquestes forces des de la cama endarrerida a la cama avançada. La següent fase del *swing*, el *dowswing*, permet aplicar tota l'energia acumulada per generar una major velocitat angular sobre la cara del pal i per tant, aconseguir una major distància de la bola. La coordinació òptima de la seqüència del copejament permetrà impulsar la bola a major distància amb control.

D'altra banda, la capacitat del sistema neuromuscular per generar potència muscular sembla ser crítica en molts esports en els quals s'ha d'esprintar, saltar o llançar, accions que requereixen d'una combinació òptima de la força muscular i la velocitat per maximitzar el rendiment (Esquerre, Häkkinen, Gonzalez-Badillo, Ibáñez, & Gorostiaga, 2002). Actualment, en la bibliografia hi ha un interès en determinar la relació força/velocitat i potència/velocitat, a fi que es puguin realitzar exercicis d'entrenament amb les càrregues i/o velocitats que serien més similars a les condicions del rendiment muscular que requereixen els moviments de la competició (Asçi & Açıkada, 2007; Baker, Nance, & Moore, 2001; Esquerre et al., 2002; Kaneko, Fuchimoto, Toji, & Sui, 1983; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Toji, Sui, & Kaneko, 1997; Tous, 1999; Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993). Per tant, és essencial el coneixement de la potència mecànica per tal de controlar i valorar el rendiment esportiu. Estudis en diferents disciplines esportives han analitzat la correlació entre variables de la condició física, velocitat de la implementació utilitzada o de l'objecte llançat (a través de la velocitat de la bola), i el rendiment esportiu (Bayios, Anastasopoulou, 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). Concreta-

ment en el golf, també s'ha analitzat la correlació entre variables de la condició física i el rendiment final del copejament-*swing*.

D'una banda, trobem estudis que relacionen variables del copejament del *swing* i/o variables de la condició física amb el nivell de joc (handicap o puntuació) (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, els resultats mostren una tendència de correlació positiva entre el nivell tècnic i la velocitat del *swing*, encara que han estat pocs els estudis realitzats en aquest àmbit.

D'altra banda, diversos estudis han analitzat la relació de diferents variables de la condició física amb alguna o diverses variables de les condicions del copejament de la bola i del *swing*, després d'un període d'entrenament de força, flexibilitat, pliometria, equilibri o la combinació d'aquests (Doan, Newton, Kwon, & Kraemer, 2006; Fletcher & Hartwell, 2004; Hetu et al., 1998; Jones, 1999; Lephart, Smoliga, Myers, Sell, & Tsai, 2007; Reis, 2002; Seiler, Skaanes, Kirkesola, & Katch, 2006; Sthromeyer, 1978; Thompson, Myers, Blackwell, 2007; Thompson, & Osness, 2004; Wenzel, 1968; Westcott, Dolan, & Cavicchi, 1996). La majoria d'aquests estudis, presenten millores significatives en algunes o en totes les variables relacionades amb les condicions del copejament de la bola, i en alguns o tots els exercicis de força testats. Tanmateix, no en tots els casos es va realitzar pre-test i post-test de les variables de la condició física, no s'ha utilitzat grup control ni els subjectes s'han assignat de forma aleatòria. D'altra banda, els perfils de mostra presentaven una elevada heterogeneïtat (per edat i/o handicap) per poder extrapolar resultats d'un tipus de població a un altre (com per exemple, amateurs vs. professionals, joves vs. adults, homes vs. dones) i que en la majoria dels casos els programes d'entrenament eren de caràcter general (inespecífic).

Finalment, pocs estudis han correlacionat valors de força muscular amb les condicions del copejament de la bola, sense dur a terme un entrenament (Wiren, 1968; T. Y. Wu, Wu, & Tsai, 2007; Yoon, 1998). Els resultats semblen mostrar una correlació significativa entre la força muscular i variables relacionades amb el rendiment del *swing*.

Sota el nostre coneixement, són escassos els estudis que valorin la potència muscular i la relacionin amb el rendiment del *swing*, tot i que a l'actualitat, la seva

valoració i control serveixen com a referència per dirigir l'entrenament amb més precisió cap a les adaptacions neuromusculars desitjades.

L'objectiu principal d'aquest estudi és valorar si existeix una correlació entre la velocitat de sortida de la bola del *swing* de *drive* i la potència muscular d'extremitats inferiors i tronc, a través d'exercicis que s'utilitzen amb freqüència en l'entrenament (premsa de cames horitzontal, press de banca i rotacions de tronc).

Metodologia

Subjectes

La mostra la van constituir 5 jugadors i 3 jugadores ($n = 8$) del Programa *Eagle* de la Federació Catalana de Golf ($16,8 \pm 1,4$ anys; $2,2 \pm 1,8$ Handicap; $63,1 \pm 6,4$ kg; $172,7 \pm 7,5$ cm), que segueixen un programa d'entrenament amb una freqüència de 5 dies a la setmana (20 hores/setmana entre golf i preparació física), a més de les competicions que es realitzen durant tota la temporada. Competeixen en circuits de nivell autonòmic, nacional i internacional. Els subjectes van ser informats de la naturalesa de l'estudi i van firmar un consentiment per escrit per formar part de la mostra.

Material

Per al mesurament de la velocitat de sortida de la bola es va utilitzar un Vector Pro (Titleist), connectat a un portàtil. Es van utilitzar boles ProV 1X (Titleist). Per a la realització dels test de potència es va emprar el MuscleLab (Ergotest, Ltd. Noruega) i més concretament el codificador o *encoder* lineal de moviment (velocímetre) que s'inclou en aquest laboratori portàtil. El programari (versió 7.16) inclòs en aquest dispositiu emmagatzema els registres en una base de dades de fàcil accés que ofereix valors de la posició, la velocitat i la potència amb una freqüència de mostreig de 100 Hz.

Procediment

Les valoracions es van dur a terme durant dos dies consecutius, en el Centre d'Alt Rendiment (CAR), de Sant Cugat del Vallés i el camp Golf Sant Joan (Federació Catalana de Golf). El primer dia es va realitzar el test de *drive* i, en una segona sessió, el test de potència

d'abdominals oblics. El segon dia, es van realitzar els test de potència en press de banca i en premsa de cames horitzontal. A continuació, s'exposen els protocols d'actuació:

Avaluació de la velocitat de sortida de la bola

Els subjectes estaven familiaritzats amb el protocol del test. Després d'un escalfament general (mobilitat articular de cames, tronc i braços) i específic (progressió de pals fins a acabar amb el *drive*; 25 boles/persona) a la zona de pràctiques, es va realitzar el test en un clot d'un camp de golf (Par 5, nivell +3, picat en pujada). Es van realitzar dos torns: primer es van desplaçar a la zona de pràctiques 4 jugadors i després 4 jugadors més. El test es va realitzar amb el *drive* personal. Cada subjecte va realitzar 1 *swing* de prova amb el *drive* i amb bola, des del tee, amb l'objectiu d'ajustar la tècnica i la precisió. A continuació es realitzaven 8 *swings* on la instrucció va ser buscar la màxima potència (distància) amb precisió (límits del carrer). El temps de descans entre *swings* (copejaments) era de 30-45''. Per a l'anàlisi dels resultats es va seleccionar el valor màxim de velocitat de sortida de la bola (Forthomme et al., 2005; Pyne et al., 2006; Signorile et al., 2005) i la mitjana dels 5 millors registres de cada subjecte (Doan et al., 2006; Lephart et al., 2007; Yoon, 1998).

Test de potència muscular

Els subjectes estaven familiaritzats amb l'execució tècnica de l'exercici i amb el protocol del test. La valoració va consistir en un test progressiu de càrrega realitzant les repeticions a la màxima velocitat possible (Bosco, 1997). Els exercicis escollits per a les avaluacions van ser la premsa de cames horitzontal, el press de banca i la rotació de tronc assegut. A l'inici de la sessió, els subjectes van realitzar un escalfament general que va consistir a realitzar exercicis de mobilitat articular i prèviament a cada exercici un escalfament específic de 10 repeticions de l'exercici a testar. Per a la premsa de cames horitzontal el punt de partida era de 90° de flexió de cames, monitoritzada amb goniòmetre, fins a completar l'extensió. En el press banca, el subjecte havia de completar el recorregut de 90° de flexió de braç fins a la completa extensió. Finalment, la rotació de tronc es va testar de dreta a esquerra i d'esquerra a dreta, on el subjecte havia de completar el recorregut articular que permet la màquina (MEDEX), una vegada fixada la posició. Per a cada repetició es realitzava una aturada de

Variables	Subjectes
Edat (anys)	16,8 (1,4)
Pes (kg)	63,1 (6,4)
Talla (cm)	172,7 (7,5)
Envergadura (cm)	176,0 (8,5)
Percentatge gras (%)	13,3 (4,7)
Pes gras (%)	8,3 (2,5)
Percentatge muscular (%)	45,7 (4,6)
Pes muscular (kg)	29,0 (5,2)
Suma plecs (cm)	72,9 (32,8)
Handicap	2,2 (1,8)

Taula 1

Característiques antropomètriques i handicap dels golfistes; mitjanes (\pm DS)

Variables	Mitjana	Dt
Velocitat màxima de la bola (km/h)	295,45	19,91
Mitjana 5 millors (km/h)	290,34	18,41
Potència oblic dret (w)	372,03	138,85
Potència oblic esquerre (w)	341,06	135,61
Potència premsa horitzontal (w)	828,68	226,56
Potència premsa cama esquerra (w)	393,19	115,91
Potència premsa cama dreta (w)	384,75	130,81
Potència press banca (w)	323,19	94,13

Taula 2

Estadístics descriptius de les variables de rendiment dels golfistes ($n=8$); mitjanes i DS

2 segons al final de la fase concèntrica i de 2 segons abans de realitzar la següent repetició. Als tres exercicis es va fer un test progressiu (4 càrregues) i per a cada pes, el subjecte realitzava repeticions fins que baixava la potència en dues repeticions consecutives. En els tres test, es va seleccionar, per a cada pes aixecat, la repetició amb la qual es produïa un major nivell de potència.

Per a l'anàlisi estadística es va seleccionar el pic de potència (potència màxima) de la corba potència-velocitat, de cada exercici.

Anàlisi estadística

El tractament de les dades es va executar mitjançant el paquet estadístic SPSS per a Windows versió 15.0. Es presenta l'estadística descriptiva (mitjana, desviació estàndard), i inferencial (correlació i regressió). Es va constatar la normalització de variables mitjançant la prova Shapiro-Wilk ($n < 50$). Es va realitzar una matriu de correlació (coeficient de determinació r^2), per determinar l'associació entre variables. La prova t de Student i un model lineal general de mesures repetides, es van utilitzar per a la comparació de mitjanes. Finalment, es va aplicar una regressió lineal múltiple (pas a pas) per a la predicció del model estadístic. El nivell de significança establert va anar de $0,05 p \leq 0,05$.

Resultats

A la *taula 1* es mostren els valors descriptius (mitjanes; \pm SD) per a les variables antropomètriques composició corporal i handicap, de $n = 8$ golfistes. A la *taula 2* es mostren els resultats dels estadístics descriptius de les variables de rendiment.

Per a l'anàlisi dels resultats es va seleccionar el valor màxim de velocitat de sortida de la bola (BS), la mitjana dels 5 millors registres (BSm5) i la potència màxima mitjana dels exercicis testats.

Existeix una correlació significativa entre la velocitat de sortida de la bola (BS) i la mitjana de les 5 millors velocitats de sortida de la bola (BSm5) ($r^2 = ,933$; $p = ,000$), cosa que ens indica que estan associades en un 93%, per tant, qualsevol de les dues variables es pot utilitzar per a l'anàlisi estadística. Nosaltres utilitzarem la mitjana de les 5 millors velocitats de sortida de la bola (BSm5), ja que presenta menor desviació estàndard ($\bar{x} = 290,32$; DS = 18,41).

Quan es realitza una matriu de correlació (Pearson) entre la BSm5 i la resta de variables, s'observa que la variable amb la major correlació significativa amb la BSm5 és la premsa de cames horitzontal (coeficient de determinació $r^2 = 0,94$; $p = ,000$). S'observa una correlació estadísticament significativa entre la BSm5 i el press de banca, encara que és més discreta ($r^2 = 0,66$; $p = ,014$). No s'observa correlació significativa entre la BSm5 amb

Variables		bsm5	pprensa	ppressbanca
Mitjana 5 millors	Correlació de Pearson Sig. (bilateral)	1	,967** ,000	,815* ,014
Potència premsa horitzontal	Correlació de Pearson Sig. (bilateral)	,967** ,000	1	,845** ,008
Potència press banca	Correlació de Pearson Sig. (bilateral)	,815* ,014	,845** ,008	1

Taula 3

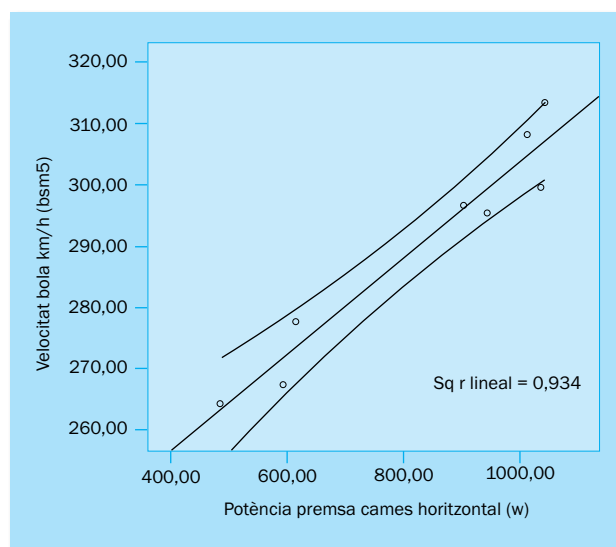
Matriu de correlació entre la mitjana de les 5 millors velocitats de sortida de la bola (BSm5; km/h) vs. premsa de cames horitzontal (W) i press banca (W), de n=8 golfistes

la potència mecànica dels oblics. Les dades més rellevants de la matriu de correlació es mostren a la *taula 3*.

S'obtenen valors de correlació òptima entre la potència d'oblics cap al costat dret i cap al costat esquerre ($r^2 = 0,97$; $p = ,000$). Però quan es va aplicar la *prova T Student* per comparar mitjanes entre la potència dels oblics cap al costat dret ($372,03 \pm 138,85$ w) vs. esquerre ($341,06 \pm 135,61$ w) es van trobar diferències significatives ($p = 0,006$) entre ambdós exercicis.

També s'observa una correlació significativa entre la premsa de cames horitzontal a l'exercici amb dues cames i realitzat només amb la cama dreta ($r^2 = 0,91$; $p = ,000$) i només amb la cama esquerra ($r^2 = 0,97$; $p = ,000$). Amb el model lineal general de mesures repetides, es van trobar diferències significatives entre la potència màxima mitjana de premsa horitzontal realitzada amb les dues cames, amb la cama dreta ($p = ,000$) i amb la cama esquerra ($p = ,000$), mentre que no hi va haver diferències significatives entre la cama dreta i l'esquerra ($p = 1,000$). Això ens indicaria que es podria realitzar el control de la potència exclusivament amb l'exercici realitzat amb dues cames i que no hi hauria dèficit bilateral.

El model de regressió lineal múltiple (pas a pas) es va utilitzar per determinar les variables que podrien predir la velocitat de sortida de la bola (BSm5). La premsa de cames es va mostrar com el predictor més representatiu per a la BSm5 ($r^2 = 0,934$; $p = ,000$). Els valors per als coeficients per a la constant van ser de 225,265, significatiu al nivell ,000 i la variable premsa va tenir un valor ,079 que va ser significatiu al nivell ,000. La variable press de banca no va ser significativa (-,001). L'equació resultant que ens permet predir la velocitat de sortida de la bola amb la variable premsa va ser la següent: $Y = 225,265 + 0,07 * (\text{premsa cames horitzontal})$ (*figura 1*).

**Figura 1**

Relació entre la velocitat de sortida de la bola (BSm5; km) vs. premsa de cames horitzontal (w), de n=8 golfistes

Discussió

Els resultats del present estudi mostren una correlació significativa entre variables de la condició física, mesurades en potència mecànica (w), amb la velocitat de sortida de la bola durant el *swing* de *drive*, especialment amb tren inferior (premsa de cames horitzontal; $r^2 = 0,94$; $p = ,000$) i tronc (press de banca; $r^2 = 0,66$; $p = ,014$). Aquests resultats coincideixen amb els presentats en estudis anteriors (Wiren, 1968; Wu et al., 2007; Yoon, 1998).

Encara que sovint el *swing* és considerat com una activitat principalment de la part superior del cos, una part de la potència es deriva de la part inferior. En un

llançament o copejament, com per exemple el *swing*, la cadena cinètica de l'acció implica la iniciació del moviment a les cames i els malucs, seguida dels moviments del tronc, les espatlles i finalment els canells i les mans. Els estudis biomecànics suggereixen que per maximitzar la distància del *swing*, s'ha de realitzar una ràpida estirada dels músculs dels malucs, tronc i extremitats superiors durant el *backswing*, maximitzar el factor-x en la primera fase del *downswing*, produir una sèrie de forces de reacció contra el terra i una transmissió coordinada d'aquestes forces des de la cama endarrerida a l'avançada durant la fase de *downswing*/ acceleració i realitzar un moviment ràpid dels canells quan l'avantbraç es troba a uns 30° respecte l'horitzontal del terra (Hume et al., 2005). Això justificaria la importància de la potència mecànica del tren inferior i els resultats obtinguts.

Malgrat que la cama dreta i l'esquerra exerceixen diferents funcions mecàniques durant el *swing*, no s'han trobat diferències significatives de potència màxima ($p = 1.000$). Els resultats ens indiquen que la mostra utilitzada no presenta dèficit bilateral. Aquest estudi no ens permet afirmar que la tècnica del *swing* no comporti desequilibris entre les dues cames, ja que la mostra utilitzada és petita i realitza de forma sistemàtica, en els seus programes d'entrenament físic, exercicis de compensació. Es requereixen futurs estudis per contrastar aquesta hipòtesi i així poder optimitzar els programes de prevenció de lesions. D'altra banda, els resultats ens indiquen que es pot realitzar el control de la potència mecànica d'extremitats inferiors exclusivament amb l'exercici de premsa de cames horitzontal realitzat amb dues cames.

No s'ha observat una correlació significativa de la velocitat de sortida de la bola amb la potència mecànica dels abdominals oblics. Un altre estudi on tampoc no es va trobar una correlació entre la velocitat de la bola i la màxima velocitat del tronc, la rotació de la columna i el factor-X és el de T. Y. Wu, Wu, i Tsai (2007). Tanmateix, la majoria d'autors que han analitzat aquestes variables (Burden, Grimshaw, & Wallace, 1998; McTeigue, Lamb, Mottram, & Pirozzolo, 1994; Sell et al., 2007; Yoon, 1998) consideren que són importants per millorar la velocitat de la bola i la distància. Pensem que l'absència de correlació pot ser degut a l'exercici seleccionat o a la limitada mostra amb què es va realitzar el test.

Els resultats d'aquest estudi reforçarien els resultats

d'estudis anteriors on es va observar que la força, especialment de malucs, pelvis i tronc (lumbar-abdominal) és important per optimitzar el rendiment en golf (Doan et al., 2006; Kras & Abendroth-Smith, 2001; Sell et al., 2007; Tsai et al., 2004; Wu et al., 2007; Yoon, 1998), encara que en aquest estudi no es trobi una correlació entre la BSm5 i la potència mecànica d'abdominals oblics.

Es demostra que la variable que correlaciona millor com a predictor és la premsa de cames horitzontal, que presenta una gran correlació amb la BSm5, que explica en un 94% de la variació de la BSm5.

Encara que els resultats d'aquest estudi mostren una gran relació entre la potència mecànica en el press de cames horitzontal i el press de banca i la velocitat de la bola de *swing* de *drive*, pensem que aquests resultats presenten una sèrie de limitacions. Es requereixen de futurs estudis on la mostra sigui major, que relacionin les variables antropomètriques amb els resultats obtinguts i que controlin la precisió dels copejaments, variable que els autors considerem imprescindible en la valoració del rendiment del *swing*.

Conclusions

El present estudi evidencia que la velocitat de la bola correlaciona directament amb la potència mecànica del tren inferior i amb el tronc. Aquesta important correlació suggereix que la premsa de cames horitzontal i el press de banca són exercicis útils per introduir en els programes d'entrenament. La potència mecànica en la premsa de cames horitzontal pot ser un bon indicador per predir el rendiment del *swing*, pel que fa a velocitat de la bola i en la distància assolida. Creiem que aquesta informació pot constituir una eina de gran utilitat per als preparadors físics en la tasca de conscienciar els seus jugadors de la importància de la preparació física en el rendiment d'aquest esport.

Aquests resultats avalen la necessitat que els golfistes incorporin en els seus programes d'entrenament exercicis específics, relacionats amb el patró tècnic del *swing* i la velocitat d'execució del gest, així com un control de la càrrega i la velocitat d'execució dels exercicis de força.

Són necessaris estudis que valorin la potència mecànica i el rendiment del *swing* en golf per poder crear un model que serveixi de referència per a l'elaboració dels programes de la condició física, en concret de

l'entrenament de la força, amb una mostra major i on es tingui en compte la precisió dels copejaments. Suggerim també introduir alguns exercicis de potència mecànica que tinguin major similitud amb el gest tècnic.

Agraïments

Els autors agraïm el suport de la Federació Catalana de Golf i de Titleist (*Acushnet Company*) per a la realització d'aquest estudi.

Referències

- 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 di 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., & Kovalski, 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. *A Science and golf III: proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf* (pàgs. 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. A. A. J. Cochran (Ed.), *Science and golf II: proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf* (pàgs. 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. A. E. Thain (Ed.), *Science and golf VI. Proceedings of the 2002 World Scientific Congress of Golf. St Andrews* (pàgs. 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 multimodal 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.