

El “timing” en el swing de golf en jóvenes promesas

Dra. Dña. Cristina López de Subijana
Universidad de Alcalá

Dña. Raquel de Antonio
Universidad Politécnica de Madrid

Dr. D. Daniel Juárez
Universidad Politécnica de Madrid

Dr. D. Enrique Navarro
Universidad Politécnica de Madrid


DIRECCIÓN DE CONTACTO.
cristina.ldesubijana@uah.es



«Fecha de recepción: 17 de marzo de 2008. Fecha de aceptación: 7 de mayo de 2008»

RESUMEN

El swing en golf es una destreza que podríamos catalogar de golpeo de velocidad, en que el objetivo es que la cara del palo alcance la velocidad y precisión adecuadas en el momento del impacto. Los objetivos de este estudio han sido comprobar la existencia de un “timing” propio en jugadores jóvenes promesas y verificar qué parámetros son más adecuados para el análisis de la secuencia temporal de golf, velocidades lineales o velocidades angulares. Entendiendo el “timing” como la secuencia temporal de acciones que ocurren en la fase del downswing. Se han analizado biomecánicamente doce golpes de cuatro jugadores promesas, mediante el sistema fotogrametría 3D Vicon Oxford Metrics © de captura automática. Se ha comprobado que los valores absolutos de velocidades lineales eran mayores en los chicos que en las chicas. El análisis de la secuencia temporal de máximos alcanzados en las velocidades lineales en los segmentos muestra cómo las acciones siguen un orden diferente en función del género. La secuencia de acciones en el downswing empieza por el movimiento de caderas y sigue con el codo izquierdo, el hombro izquierdo y el palo; mientras que, en las chicas, comienza en las caderas y el codo izquierdo, que actúan simultáneamente, y son seguidos por el hombro izquierdo y el palo. En cambio, las secuencias de velocidades angulares encontradas seguían en ambos géneros el mismo orden: primero el giro de caderas, luego el giro de hombros y, por último, la aceleración del palo. Esta secuencia de eventos de velocidades angulares se encontraba más separada en el tiempo en los hombres, en comparación con las mujeres. Este hecho puede ser la razón por la que los chicos alcancen una mayor velocidad en la cara del palo.

Palabras clave: Biomecánica; Golpeo; Swing; Golf; Ritmo.

ABSTRACT

Golf swing is a skill which could be classified as a high speed hit where the main goal is that the the golf club head reaches the adequate precision and velocity at impact time. The aim of this study was to find out the timing sequences at junior gold players and to verify whether the speed or the angular velocities fit better in other to analyze this skill. Twelve golf swings executed by four young players were biomechanically analyzed. Automatic capture with Vicon Oxford Metrics © was used. The absolute values of the linear velocities were higher at men than at women. The analysis of the speed timing sequence showed that, depending on the gender, they described different order. For men, during the downswing, the sequence started with the hip movement, followed by left elbow, left shoulder y the club head. For women, the hips y left elbow occurred simultaneously, followed by the left shoulder and the club head. On the other hand the angular velocity sequences had the same order, being the hip turn first, then the shoulder turn and, finally, the golf club head acceleration. These key events were more separate at the time line at men group than at women group. This could be the reason why men reached more velocity at the club head near impact time than women.

Key words: Biomechanics; Hitting; Swing; Golf; Timing.

INTRODUCCIÓN.

El swing en golf es una destreza que podríamos catalogar de golpeo de velocidad, en que el objetivo es que la cara del palo alcance la precisión y velocidad adecuada en el momento del impacto (Kreighbaum y Barthels, 1981). La eficacia de cada golpeo se basa en la precisión y en la distancia alcanzada (Hume y col. 2005). El control de la técnica es un requisito fundamental para realizar una óptima ejecución. En función de la distancia deseada, el golfista elegirá un tipo de palo u otro, hierro o madera.

Los instantes más importantes en el swing de golf son el stance o posición inicial, el top of backswing, pausa al final de la preparación, y el impacto. Las fases del golpeo son la preparación o backswing, que es la fase desde el stance hasta el top of backswing, y la fase de aceleración o downswing, que ocurre desde el top of backswing hasta el impacto (Ball y Best 2007) (Fig. 1).

Figura 1. Instantes y fases del golpeo en el swing de golf.

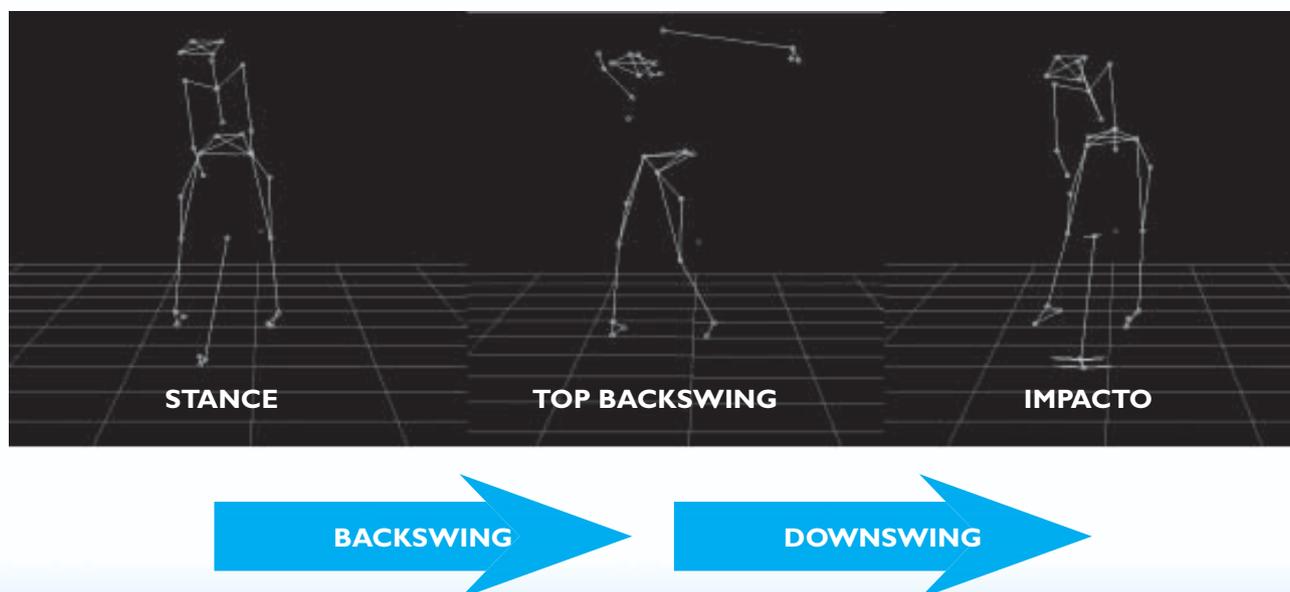
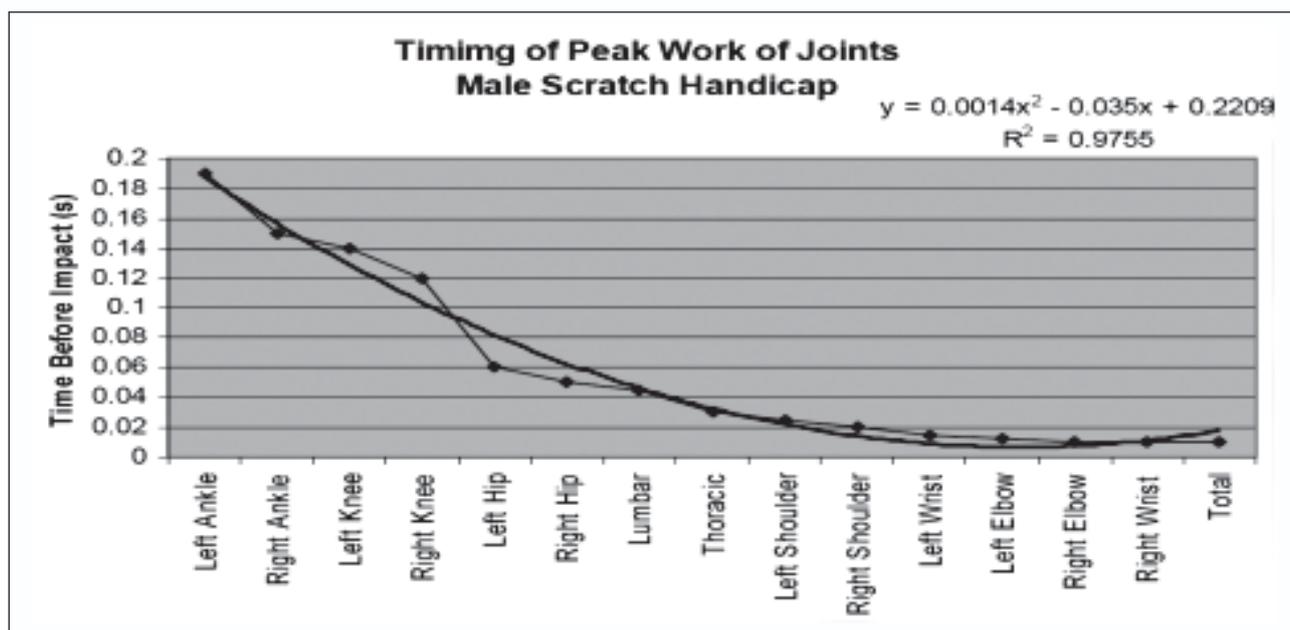


Figura 2. Función matemática en la que se muestra la secuencia de tiempos en función del trabajo máximo realizado por los segmentos, previo al impacto. Nivel del jugador Handicap 0. (Adaptado de Nesbit y Serrano, 2005).



La fase analizada en este estudio es la fase de aceleración, el downswing. En cuanto a la duración de las fases, Cochran y Stobbs (1968) indicaron que el backswing tenía una duración en golfistas profesionales de 0,82 s. y de 0,23 s. en el downswing. Burden y col. (1998) registraron 0,95 s. y 0,26 s., respectivamente. Resultados similares de downswing con 0,23 y 0,21 s. fueron obtenidos por Milburn (1982) y Neal y Wilson (1985).

Las muestras de los estudios previos son generalmente de género masculino y con edades superiores a los 30 años. Únicamente Coleman y Anderson (2007) y Egret y col. (2000) se basaron en jugadores jóvenes (de 20 años).

El “timing” es un concepto basado en el principio de “Cadena cinética”, en que “la producción de una gran velocidad en un extremo distal (en este caso la cara del palo de golf) implica el uso de las aceleraciones y deceleraciones de los segmentos adyacentes, aplicados de una forma secuencial, de más masivo a más concreto y del segmento más fijo al más libre” (Kreighbaum y Barthels 1981). En este caso, la secuencia de eventos debería de producirse mostrando aceleraciones, primero, los miembros inferiores, luego el tronco, luego los miembros superiores y, por último, la cara del palo.

La secuencia de velocidades analizada por Milburn (1982) estableció un orden de acciones en la fase de aceleración que indicaba cómo, primero, actuaba el brazo izquierdo, a continuación la muñeca izquierda y, por último, el palo. Nesbit y Serrano (2005) expresa-

ron el timing o secuencia de máximos de 4 golfistas de diferentes hándicap en una función matemática para cada uno de ellos; todas ellas diferentes. La muestra utilizada estaba formada por 4 sujetos de diferentes niveles, de los cuales sólo uno era de alto nivel, con hándicap 0 o scratch. La secuencia de máximos de velocidad previos al contacto fue la siguiente: cadera izquierda, cadera derecha, tronco, hombro izquierdo, hombro derecho, codo izquierdo, codo derecho, muñeca izquierda y muñeca derecha (Fig. 2), en la fase de aceleración.

Según Lindsay y Horton (2002), en un estudio comparativo de golfistas con dolor crónico de espalda y golfistas sanos, la velocidad angular máxima del tronco, tomado como un único segmento, en los sujetos sanos fue de 182 °/s. En otro estudio realizado por Geisler (2001) se registraron velocidades angulares sobre el eje longitudinal de 498 °/s en las caderas, 723 °/s en los hombros y, sobre el eje transversal, de 2090°/s en la cara del Palo.

Las velocidades lineales alcanzadas por el palo, en la fase de aceleración, en estudios previos varían en un rango amplio que va de 52,6 a 40,5 m/s (Nesbit y Serrano 2005). Todos ellos se refieren a la velocidad del driver. Burden y col. (1998) registraron, con un Hierro 5, velocidades máximas de 35,7 ± 0,4 m/s. Williams y Sih, (2002) obtuvieron valores similares con el mismo palo, de 34,4 ± 5,22 m/s. La única muestra de un alto nivel en mujeres obtuvo con el driver una velocidad máxima de 37,66 ± 3,8 m/s mostrado en Egret y col. (2006).

Los objetivos de este estudio son:

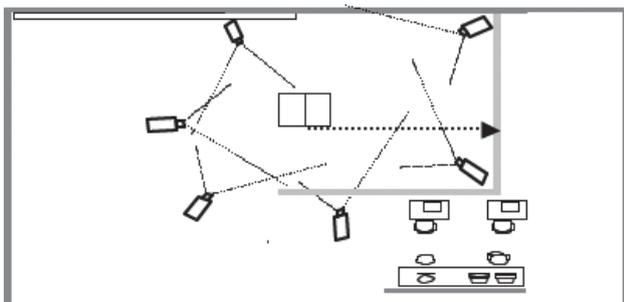
- 1) Demostrar la existencia de una secuencia temporal en el swing de jóvenes promesas.
- 2) Analizar las diferencias inter e intragénero.
- 3) Verificar qué parámetros son más adecuados para el análisis de la secuencia temporal de golf, velocidades lineales o velocidades angulares.

MÉTODO

La técnica de adquisición de datos es la fotogrametría 3D, mediante el sistema VICON Oxford Metrics © de captura automática. Seis cámaras con focos de luz infrarroja sincronizadas registraron a 250 Hz los golpes que se ejecutaron desde una alfombrilla de césped contra una red colocada a 5 metros (Fig. 3). Todas las sesiones de captura fueron dentro de un control realizado por la Federación de Golf de Madrid, en febrero de 2007.

La muestra estaba formada por 2 jugadores y 2 jugadoras pertenecientes al Centro de Tecnificación de Golf de la Comunidad de Madrid. El hándicap del grupo era $0,3 \pm 0,6$ y la edad $20,8 \pm 2,8$ años. Las chicas tenían una altura de $1,64 \pm 0,02$ y un peso de $53,1 \pm 1,9$ kg. Los chicos medían $1,82 \pm 0,05$ m y pesaban $76,8 \pm 8,8$ kg.

Figura 3. Disposición de las 6 cámaras infrarrojas y dirección de golpeo.

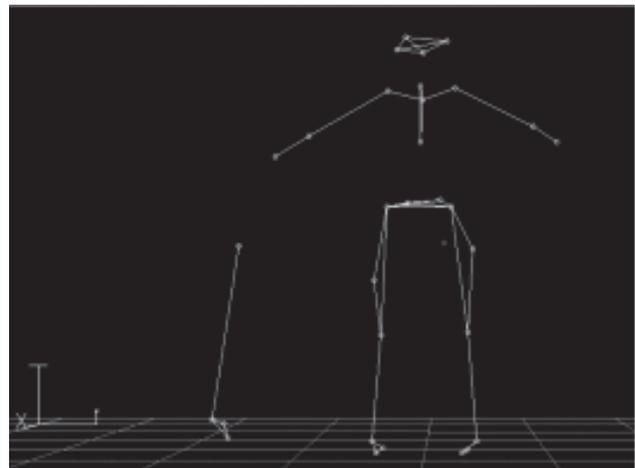


Cada sesión de captura fue diseñada dentro de una sesión de entrenamiento. El protocolo establecido consistió en realizar un calentamiento general de 15 minutos y, luego, uno específico de golpeo. Se capturaron 12 golpes consecutivos, con la intención de alcanzar la máxima distancia de que se fuese capaz, es decir, imprimir a la bola la máxima velocidad posible con el palo. Las chicas seleccionaron un hierro 7, mientras que los chicos eligieron un hierro 6.

El modelo mecánico estaba basado en la posición espacial de 27 marcadores reflectantes colocados en el cuerpo y 4 en el palo (Fig. 4). Cada marcador tenía un diámetro de 14 mm. Los marcadores fueron colocados en la punta del pie, maléolo externo del tobillo, talón, maléolo externo de rodilla, intermedio

del muslo, crestas ilíacas anteriores y posteriores, apófisis subesternal, cavidad supraesternal, acromion del húmero, cóndilo externo del cúbito, intermedio del antebrazo, apófisis externa vértebra C7, dos en el frontal y dos en los parietales en la zona posterior de la cabeza. En el palo se colocaron en el final del grip, en la unión de la cabeza del palo con el segmento, en el vértice superior de la cara del palo y en el punto medio del lateral de la cara del palo. El sistema determinaba la posición 3D de cada marcador a tiempo real, a partir de las posiciones en píxeles captadas por, al menos, dos cámaras y a los parámetros de la transformación calculados previamente durante la calibración. La calibración efectuada mostró que el error en la posición de cada coordenada es menor de 2 mm. El sistema de calibración estático determinó los ejes del sistema de referencia inercial (Fig. 4).

Figura 4. Sistema de referencia inercial y modelo creado.



Se analizaron la duración de las fases del *backswing* y del *downswing*. Dentro de la fase de aceleración o *downswing*, las variables cinemáticas consideradas fueron las velocidades lineales máximas de: cadera derecha, cadera izquierda, hombro izquierdo, codo izquierdo, grip y cabeza del palo y las velocidades angulares máximas de las caderas, de los hombros y del palo. Las velocidades lineales fueron consideradas como el módulo de la velocidad lineal resultante en cada instante. Las velocidades angulares fueron calculadas desde el giro sobre el eje ortogonal de cada barra.

Con el fin de poder realizar una comparación intersujeto e intragrupo, los tiempos en los que ocurrían las velocidades máximas fueron normalizados con respecto al tiempo total de la fase *downswing*. Siendo el 0% el *top of backswing* y el 100% el impacto.

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS 14.0. Dado que cada grupo de género utilizó un palo diferente, se analizaron estadísticamente los datos de cada grupo por separado. En cada grupo se aplicó una ANOVA de medidas repetidas de dos factores. Siendo el factor intersujeto el sujeto y el factor intrasujeto los tiempos normalizados. Debido al tamaño de la muestra, se aplicaron las correcciones del método de Bonferroni.

RESULTADOS

Los entrenadores descartaron algunos golpes por considerarlos de baja calidad, siendo la muestra final en chicas de 10 golpes para el sujeto 1 (S1) y de 9 golpes para el sujeto 2 (S2). En los chicos, la muestra final fue de 7 golpes del sujeto 3 (S3) y 11 golpes del sujeto 4 (S4).

Los tiempos de las fases en chicos fueron de $0,81 \pm 0,10$ s. y $0,27 \pm 0,02$ s. en el backswing y en el downswing, respectivamente. Las chicas golpearon en $0,99 \pm 0,08$ s y $0,35 \pm 0,03$ en ambas fases. El tiempo total del swing fue inferior en los chicos ($1,07 \pm 0,12$ s.) que en las chicas ($1,34 \pm 0,07$ s.). Las desviaciones estándar demuestran que el tiempo empleado en el downswing presenta una menor variabilidad que en el backswing.

Las velocidades máximas alcanzadas por los segmentos se muestran en la Tabla 1. Las chicas alcanzan una velocidad considerablemente inferior en la cabeza del palo, mientras que las velocidades lineales de segmentos resultan ser muy similares. En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que los chicos utilizaban un hierro 6, lo que les aportaba una mayor longitud de palanca y menor gradiente de inclinación en la cara del palo que con un hierro 7.

Tabla 1. Velocidades máximas registradas en m/s. El codo izquierdo en las chicas es previo al máximo de las caderas y, en cambio, en los chicos es posterior a las caderas.

	Media \pm DS	Media \pm DS
	♀	♂
Vmax Cod i ^l	4,6 \pm 0,6	5,3 \pm 0,02
Vmax Cad i	1,6 \pm 0,01	1,6 \pm 0,03
Vmax Cad d	1,2 \pm 0,1	1,9 \pm 0,02
Vmax Hob l	2,4 \pm 0,5	2,4 \pm 0,02
Vmax grip	10,6 \pm 0,9	14,6 \pm 0,06
Vmax palo	28,9 \pm 0,6	38,4 \pm 0,14

Siendo Vmax la velocidad lineal máxima del punto
Cod. = codo; Cad. = cadera; Hob. = hombro; i. = izquierda; d. = derecha.

Las secuencias temporales normalizadas de las velocidades lineales máximas se representan en la Tabla 2 seleccionadas en grupos de género. Se puede observar cómo los tiempos de las caderas en el género masculino se encuentran considerablemente más distanciados del impacto que en el género femenino. Debido a que las velocidades máximas del grip y del palo se situaban en un intervalo muy corto de fotografías se decidió tomar como valor de referencia el tiempo normalizado de la velocidad máxima de la cara del palo, descartando el del grip.

Tabla 2. Porcentajes de tiempos normalizados de las velocidades lineales máximas (Media \pm DS) de los grupos de género, siendo el 0 % el top of backswing y el 100 % el impacto.

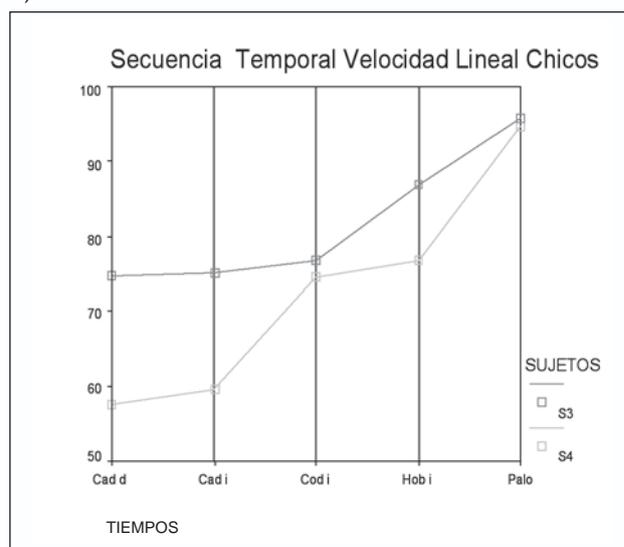
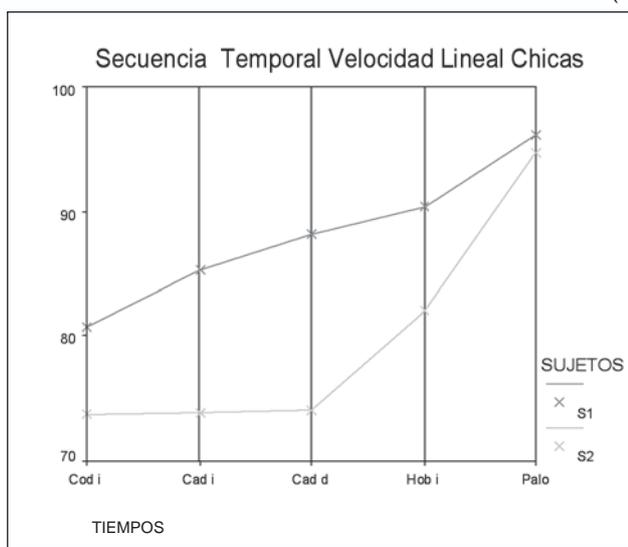
TIEMPO	♀	TIEMPO	♂
T Cod. i.	77,3 \pm 0,6	T Cad. i.	66,2 \pm 0,8
T Cad. i.	79,6 \pm 0,6	T Cad. d.*	67,3 \pm 1,2
T Cad. d.*	81,1 \pm 1	T Cod. i.*	75,7 \pm 0,4
T Hob. i.*	86,2 \pm 0,7	T Hob. i.*	81,9 \pm 0,4
T Palo	95,4 \pm 0,1	T Palo	95,2 \pm 0,3

* Diferencias significativas, $p < 0,05$, entre ese tiempo normalizado y el siguiente en la secuencia temporal.

Con el fin de comparar las muestras intersujeto e intragrupal se realizó, por separado para cada género, una ANOVA de dos factores (sujeto x instante normalizado como medida repetida). En el análisis grupal de las jugadoras se pudo observar cómo existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tiempos del codo izquierdo y el hombro izquierdo; entre la cadera derecha y el hombro izquierdo; y entre el hombro izquierdo y el palo. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas entre los tiempos del codo izquierdo y la cadera izquierda, ni entre la cadera izquierda y la cadera derecha (Tabla 2).

La comparación de los tiempos normalizados entre las jugadoras S1 y S2 mostraba que la secuencia temporal es significativamente diferente ($p < 0,05$) (Fig.5). En el análisis individual de las diferencias existentes en cada jugadora se pudo observar cómo en la jugadora S1 sí se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) y fueron entre el codo izquierdo (80.7 %) y la cadera izquierda (85.2 %) y entre el hombro izquierdo y el palo. En la jugadora S2 se dieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la cadera derecha (74.0 %) y el hombro izquierdo (82.0 %).

Figura 5 y 6. Secuencia de los tiempos normalizados de las velocidades lineales del codo izquierdo, de la cadera izquierda, de la cadera derecha, del hombro izquierdo y por último de la cara del palo, en los sujetos S1 y S2. (Chicas) y en los sujetos S3 y S4. (Chicos)



En el análisis en conjunto del grupo masculino se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la cadera derecha y el codo izquierdo; entre el codo izquierdo y el hombro izquierdo; y entre el hombro izquierdo y la cara del palo (Tabla2).

Como en el caso de las chicas, la secuencia temporal de cada jugador, S3 y S4, resultó ser significativamente diferente ($p < 0,05$), salvo en el tiempo máximo normalizado de la cara del palo. Individualmente, en el jugador S3 aparecieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el codo izquierdo (76.9 %) y el hombro izquierdo (87.0 %); y entre el hombro izquierdo y el palo (95.7 %). En S4 el valor del tiempo de la cadera derecha (57.6 %) fue significativamente más pequeño que el codo izquierdo (74.6 %); también el codo izquierdo, el hombro izquierdo (76.9 %) y el palo presentaron diferencias significativas. (Fig. 6).

Tabla 3. Velocidades angulares máximas registradas en %/s.

	Media \pm DS	Media \pm DS
	♀	♂
WmaxCad	452,0 \pm 60,7	540,6 \pm 53,5
Wmax Hob	717,6 \pm 98,1	758,9 \pm 42,2
Wmax Palo	1737,3 \pm 35,9	2233,7 \pm 61,1

Siendo Wmax la velocidad angular máxima en caderas, hombros y palo.

Las velocidades angulares máximas alcanzadas se muestran en la tabla 3. Al igual que en las velocidades lineales, la velocidad angular del palo es considerablemente superior en los chicos, respecto a las chicas.

Las secuencias temporales de los instantes en los que ocurrían dichos picos máximos de velocidades angulares normalizados se muestran en la tabla 4. Los tiempos normalizados muestran cómo las tres acciones valoradas se encuentran más diferenciadas en el tiempo en el caso de los chicos. En el análisis grupal de estos tiempos en ambos grupos, masculino y femenino, existían diferencias significativas, $p < 0,05$, entre el instante normalizado y el siguiente en la secuencia temporal.

Analizando individualmente los 4 sujetos, también se encontraron estas diferencias significativas en todos los casos, salvo en S1, en que no existían diferencias significativas entre el tiempo normalizado de la velocidad angular de las caderas y la velocidad angular de los hombros.

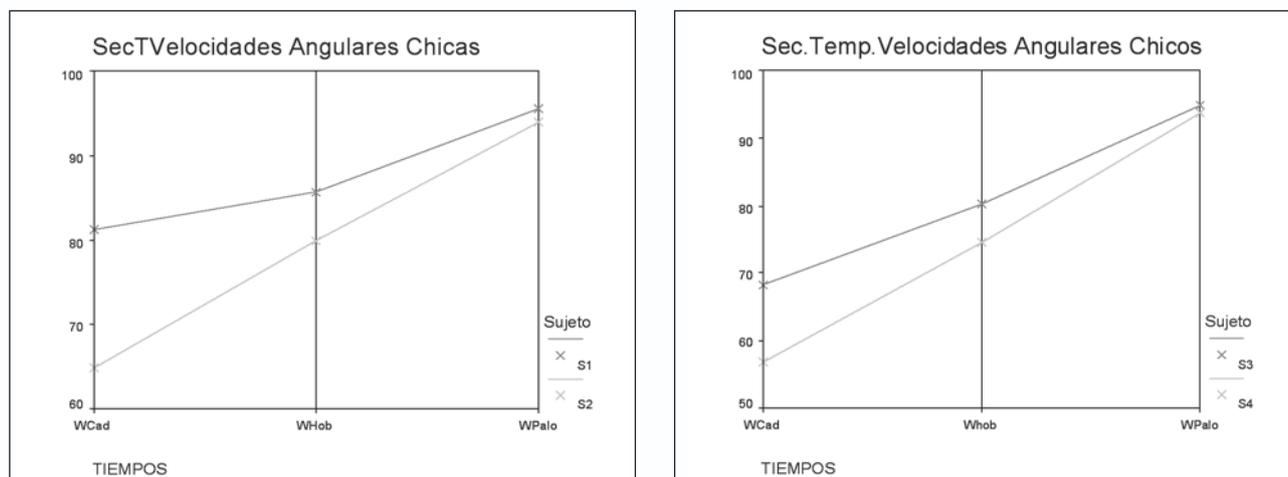
Tabla 4. Porcentajes de tiempos normalizados de las velocidades angulares máximas (Media \pm DS) de los grupos de género.

TIEMPO	♀	♂
T Cad *	73,1 \pm 0,7	62,6 \pm 1,1
T Hob *	82,8 \pm 0,6	77,4 \pm 0,4
T Palo*	94,8 \pm 0,2	94,3 \pm 0,2

* Diferencias significativas, $p < 0,05$, entre ese tiempo normalizado y el siguiente en la secuencia temporal.

En la comparación de cada secuencia temporal de cada jugador, entre S1 y S2, y entre S3 y S4, en ambos casos cada jugador mantuvo una secuencia significativamente diferente respecto al otro sujeto de su mismo género comparado (Fig.7).

Figura 7. Secuencias Temporales de las velocidades angulares, de S1, S2, S3 y S4.



DISCUSIÓN

En el análisis de la duración de las fases de los golpes, los tiempos en el grupo masculino de *backswing* ($0,81 \pm 0,11$ s) y de *downswing* ($0,27 \pm 0,02$ s) encontrados son similares a los de otros estudios previos (Cochran y Stobbs, 1968; Neal y Wilson, 1985; Coleman y Rankin, 2005) en el caso del género masculino. En las chicas, el *backswing* ($0,99 \pm 0,08$ s) presenta un valor más alto que en otros estudios, sin embargo, se puede pensar que esta diferencia no se debe a razones antropométricas, sino posiblemente al mejor nivel técnico de la muestra empleada en el presente estudio.

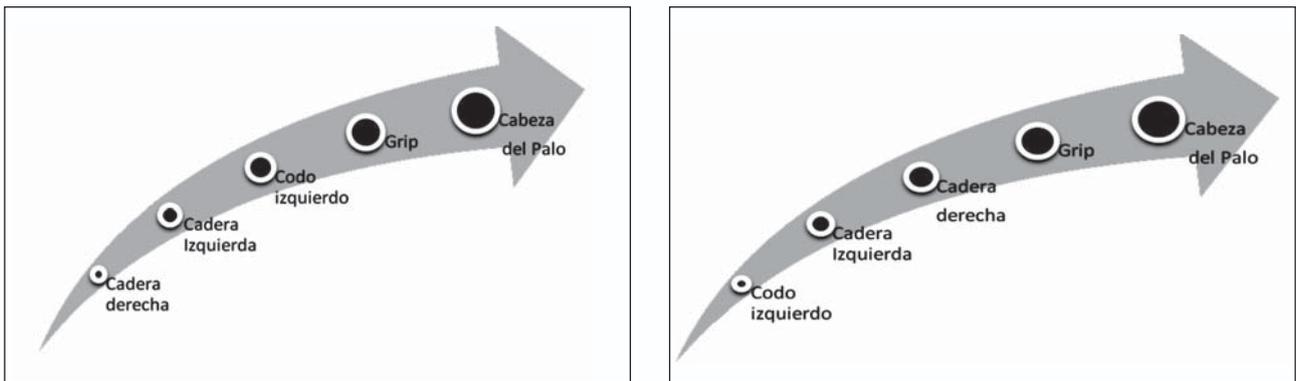
Las velocidades lineales de los estudios fundamentados en el Hierro 5, el palo más similar a Hierro 6 y Hierro 7, son inferiores a los valores alcanzados por los chicos (Milburn, 1982; Nesbit y Serrano, 2005). De nuevo, se puede pensar que esta discrepancia se debe a que el nivel de rendimiento de la presente muestra es considerablemente superior que el de los estudios consultados.

Nesbit y Serrano (2005), establecieron una primera secuencia temporal basada en el trabajo de los diferentes segmentos. Sólo en el caso del jugador con mejor hándicap (0-scratch) el impacto era posterior a dichos máximos, lo que coincide con lo encontrado en el presente estudio, en que el máximo de velocidad del palo se produce un 5% antes del impacto, con relación al tiempo total del *downswing*. La secuencia encontrada para los chicos demuestra que el movimiento empieza por las caderas, sigue por el codo y hombro izquierdo, siendo la cabeza del palo la que llega a su máximo en último lugar y ligeramente antes del impacto. Esta secuencia coincide con la encontrada por Nesbit y Serrano (2005), salvo que estos autores han encontrado que los

hombros llegan al máximo antes que los codos. Esta diferencia de resultados puede deberse al tipo de variable utilizada. En cualquier caso, es importante remarcar que en este estudio se han utilizado dos muestras (chicos y chicas) y que en ambos casos el máximo del codo izquierdo se produce antes que el máximo del hombro izquierdo, siendo esta diferencia de un 6.54 % (de la fase de aceleración) en los chicos y de 5.11% en las chicas. Es relevante precisar que en el grupo de chicas no se ha podido confirmar que las caderas actúan antes que el codo. En concreto, en las dos jugadoras analizadas, el máximo de velocidad de la cadera derecha fue posterior al del codo izquierdo (Figura 8). Se podría pensar, en principio, que es debido a una falta de fuerza en el miembro inferior, que impide mantener el stance, sin embargo, se puede considerar que este dato debería confirmarse con otros estudios. En cuanto a la actuación de las caderas, tanto en chicos como en chicas, no se han encontrado diferencias significativas entre la actuación de la cadera derecha y la izquierda.

Las velocidades angulares registradas (Tabla 3) son similares al estudio de Geisler (2001). Resulta llamativo cómo la velocidad angular alcanzada en la cabeza del palo en los chicos, $2233,7$ °/s, sea considerablemente superior al dato de dicho estudio, de 2090 °/s. Este hecho se puede atribuir al excelente nivel de la muestra considerada. En el caso de las chicas, el registro de 1737 °/s no debe ser considerado de baja calidad dado que, aunque se desconoce la muestra del estudio de Geisler (2001), ésta suele ser masculina, con lo que este dato de una velocidad angular inferior en la cabeza del palo podría deberse a una cuestión intrínseca de las capacidades de cada género.

Figura 8. Esquema de la secuencia temporal de la velocidad lineal en el downswing en ambos grupos. (Chicas figura derecha y chicos figura izquierda).



La secuencia temporal de velocidades angulares no ha sido considerada en estudios previos, por lo que las diferencias significativas en ambos grupos muestran la estabilidad de la secuencia temporal de cada sujeto. En esta secuencia temporal de velocidades angulares actúan, primero, el giro de caderas, posteriormente, los hombros y, por último, el palo.

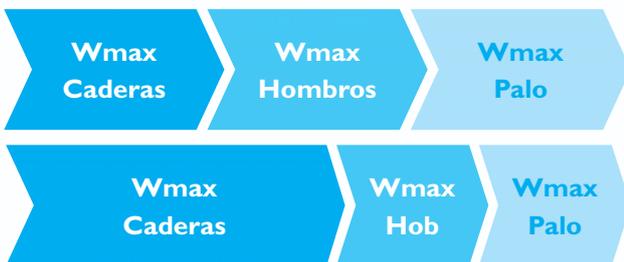
Las diferencias en cuanto al “cuando” se producen estos giros podrían ser la clave para alcanzar una mayor velocidad angular en la cabeza del palo, dado que el grupo de los chicos tiene ambos giros, caderas y hombros, más separados en el tiempo. Con el fin de que el grupo de las chicas lograra un swing más potente sería recomendable el disociar en el downswing el giro de caderas y el giro de hombros de una forma más marcada. Se consideran las velocidades angulares más adecuadas para realizar un análisis biomecánico, al ser un golpeo basado más en giros que en desplazamientos (Figura 9).

actúan, primero, con el codo izquierdo y, simultáneamente, con las caderas para, finalmente, actuar con el hombro izquierdo y el palo. Las secuencias de las velocidades angulares de todos los sujetos seguían el mismo patrón, primero el giro de caderas, luego el giro de hombros y, por último, la aceleración del palo.

Dentro de estos patrones generales para cada sexo, se han encontrado diferencias entre los jugadores, lo que demuestra la existencia de una técnica individual que debe tenerse en cuenta a la hora de valorar el rendimiento técnico.

Para futuros estudios se propone complementar la información con las fuerzas de reacción producidas en plataformas dinamométricas, así como estudiar el comportamiento de la bola de golf tras el golpeo.

Figura 9. Esquema de la secuencia de velocidades máximas angulares en el downswing, siendo la inferior de las chicas y la superior de los chicos.



CONCLUSIÓN

Se ha puesto a punto un sistema para análisis del swing de golf que permite dar información rápida al entrenador y deportista. Se ha encontrado que la secuencia de movimientos lineales empieza por las caderas y sigue por el codo izquierdo, hombro izquierdo y extremos del palo, en los chicos. Las chicas





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ball, K.A. y Best, R.J. (2007). Different centre of pressure patterns within the golf stroke I: cluster analysis. *J. Sport Sci.* 25 (7): 757-770.
- Burden, A. M.; Grimshaw, P. N. y Wallace, E.S. (1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. *J. of Sports Sci.* 16(2):165-176.
- Cochran, A. y Stobbs, J.(1968). *The Search for the Perfect Golf Swing.* (1st Ed.) J.B. Lippincott, Philadelphia.
- Coleman, S. y Anderson, D. (2007). An examination of the planar nature of the golf club motion in the swings of experience players. *J. of Sports Sci.* 25(7): 739-748.
- Coleman, S. G. y Rankin, A. J. (2005). A three-dimensional examination of the planar nature of the golf swing. *J. of Sports Sci.* 23(3): 227-234.
- Egret, C.; Leroy, D.; Loret, A. y Weber, J.(2000). Approche scientifique du swing. *Education Physique et Sportive* (286): 61-65.
- Egret, C. I.; Nicolle, B.; Dujardin, F.H.; Weber, J y Chollet, D. (2006). Kinematic Analysis of the golf Swing in Men and Women Experienced Golfers. *Int. J. of Sports Med.* (27): 463-467.
- Geisler, P.R. (2001). Golf. In E. Shamus & J. Shamus (Eds.), *Sport injury prevention and rehabilitation.* Mc Graw-Hill, New York.
- Hume, P.A.; Keogh, J. y Reid, D. (2005). The Role of Biomechanics in Maximising Distance and Accuracy of Golf Shots. *Sports Med.* 35(5):429-449.
- Kreighbaum, E. y Barthels, K. M. (1981). *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement.* Burgess Publishing Co; Minneapolis, Minnesota.
- Lindsay, D. y Horton, J.(2002). Comparison of spine motion in elite golfers with and without low back pain. *J. of Sports Sci.* 20(8): 599-605.
- Milburn, P. D. (1982). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Med. Sci. sports Exer.* 14(1) : 60-64.
- Neal, R. J. y Wilson, B. D. (1985). 3D Kinematics and Kinetics of the Golf Swing. *Int. J. of Sports Biomec.* 1, 221-232.
- Nesbit, S. M. y Serrano, M. (2005). Work and Power analysis of the golf swing. *J. of Sports Sci. Med.*, 4: 520-533.
- Williams, K. R. y Sih, B. L. (2002). Changes in golf clubface orientation following impact with the ball. *Sports Eng.* 5: 65-80.